

rell이 發見한 것으로서, 速度 v 로 運動하고 있는 物体는 運動方向으로 $\sqrt{1-v^2/c^2}$ 의 率로 줄어들어 보이는 것이 아니라 $\theta = \sin^{-1} \frac{v}{c}$ 만큼 回轉(進行方向으로부터 視線方向으로 回轉)해 보인다는 사실이다. 우리의 눈은 四方으로부터 同時に 到着한 光子들의 刺戟으로 物体의 線을 느낀다는 事實에 注意한다면 쉽게 理解되는 現象인데도, Einstein 自身을 包含해 모든 사람이 54年 間이나 감쪽같이 속아넘어갔던 사실을 Terrell이 비로소 發見해낸 것이다. 그러나 실인즉 이 效果의 數學的 表現은 이미 Einstein 自身에 의해 光行差公式로 導出되어 있었는데, 아무도 이 公式를 제대로 解釋하려 들지 않았을 뿐이었다.

量子論에서는 誘導輻射에 關한 理論이 1960年代以來 laser의 基本理論으로서 脚光을 받게 되었다. laser란 可干涉性的 強한 平行光線束을 뜻하며 그 技術의 應用은 通信·高温切斷(工業 및 医療), 精密測定, holography, 非線型光學研究, 核融合爐研究 등 多樣하고 매우 有用하게 여러 分野에 걸쳐고 있다.

一般相對論分野에서는 Einstein의 一般相對性理論의 結論의 하나로서 Oppenheimer 및 Volkoff가 1939年頃 展開한 中性子星, black hole 理論이 1960年代에 들어와 中性子星(pulsar)의 發見, black hole 候補星의 發見(推測)으로 脚光을 받게 되었고, 또 1961년에는 Pound 및 Rebka에 의해 重力場에서 빛의 赤色移動效果가 實驗室內에서도 測定可能하게 되었다(Mössbauer效果와 Doppler效果를 利用해서 함). 또 人工衛星을 쓴 갖가지 實驗(水星의 近日點移動과 같은 內容의 歲差效果, 重力場에서의 時間膨脹效果, 빛의 振動數의 赤色移動 등)이 活潑히 進行되고 있다.

또 1960年代以來 Dicke 등에 의해 Einstein의 一般相對性理論의 一般化 및 修正理論인 scalar理論 및 tensor理論이 登場하여 그에 關한 實驗이 活潑히 이루어지고 있다. Einstein在世時에는 年間 기껏해야 數篇 乃至 十數篇 정도였던 一般相對論에 關한 論文이 現在는 年間 600~700篇을 이루고 있어 일종의 一般相對論 붐을 이루고 있다.

또 Einstein의 宇宙論方程式(1917年)에서 出發한 宇宙論은 1922年의 Friedmann理論, 1940年代의 Gamow 등의 Big Bang理論을 거쳐 또다시 활발한 움직임을 보이고 있다. 특히 1965年 Penzias 및 Wilson이 發見한 3K의 等方性 背景輻射의 發見은 宇宙膨脹理論에 決定的인 증거를 提示해 주고 있다. 이 Big Bang理論은 black hole의 反對概念인 white hole의 한 具顯이라고 볼 수 있으며 black hole~white hole

에 關한 宇宙論이 超高密度星인 中性子星, black hole과 關聯되어 論議되고 있고, 天文學上的 오랜 수수께끼인 quasar와도 關聯을 맺어 論議되고 있다.

또 1967年 Weber에 의해 한때 發見되었다고主張되었던 重力波는 Einstein의 一般相對論의 當然한 歸結로서, 그 存在가 豫測되지만 追識의 結果, 現在까지는 否定的인 것 같다. 그러나 앞으로 더 銳敏한 實驗裝置가 開發되어 重力波의 實証도 머지 않아 이루어리라 생각된다.

끝으로 Einstein이 生存時 그토록 努力했던 統一場理論은 어느 線까지는 理論展開가 可能하였으나 결코 成功했다고는 할 수 없었다. 그러나 多幸히 Einstein이 本來 생각했던 統一場理論(電磁氣場과 重力場을 統合)과는 若干 性格이 다르지만 어떤 意味에서는 Einstein의 統一場理論을 더 擴大한 새로운 統一場理論이 展開中에 있다. 즉 自然을 支配하는 네 가지 힘인 強한 相互作用, 電磁氣的 相互作用, 弱한 相互作用, 重力의 相互作用을 한데로 묶어 보자는 雄壯한 理論이 展開 중에 있고, 그 중의 일부인 弱한 相互作用과 電磁氣的 相互作用의 統合이 1967~68年에 Steven Weinberg와 Abdus Salam에 의해서 成功했고, 이것과 強한 相互作用과의 統合도 곧 이루어지리라 추측되고 있다. 이 段階가 끝나면 最終적으로 重力의 相互作用과 餘他 相互作用 사이의 統合이 이루어져 Einstein이 꿈에도 그리던 統一場理論이 完成되리라 생각된다.

Einstein이 뿌린 씨는 이렇게 1960年代以來 싹이 트고 現在 活潑하게 成長을 거듭하고 있다.

아인슈타인의 科學哲學

建國大 哲学科 李 初 植

周知하는 바와 같이, Einstein은 위대한 物理學者였으며 同時に 科學哲學者이기도 하다. 하지만 物理學者로서의 그의 業績과 名聲은 科學哲學者로!의 그것보다 훨씬 비중이 크다고 하겠다. 그렇긴 하나 우리는 과학철학 분야에서의 Einstein의 업적을 過小評價해서는 안될 것이며 더우기 그가 科學哲學을 副次的인 것으로 생각한 것으로 誤解해서도 안될 것이다.

物理學은 物理的 現象에 關한 法則·理論을 확립, 그 現象을 說明·豫測하는 것이라고 한다면 物理學的哲學은 바로 그러한 <物理學>을 연구대상으로 삼고

그것을 体系的으로 批判·再構成하는 학문이다. 그러므로 物理學분야에서 새로운 理論을 전개시킨 物理學者들은 모두가 物理學의 哲學을 하였다고 하겠다. 특히 Einstein의 相對性理論은 物理世界 전반에 관여된 基本개념들을 變革, 혁신적으로 再構成하였다고 할 수 있으므로 그를 物理哲學者 또는 科學哲學者로 호칭하는 것은 기이한 일이 아닐 것이다.

실상, 현대 科學哲學을 본격적으로 추진한 Wien 學團에 의하면 Einstein은 Russell, Wittgenstein과 더불어 그 學團의 科學의 世界觀 形成의 指導人物로 지칭되고 있다. 뿐만 아니라 Einstein은 經驗科學 一般의 基盤과 目標 및 方法論을 확립함에 있어 Wien 學團의 思想의 先驅의 役割을 한 자로 추대되고 있었다.

물론 物理學者가 이처럼 哲學問題에 깊이 관여한 것은 비단 Einstein의 경우에만 한정된 이야기는 아니다. 일찌기 Thales를 비롯한 古代 그리스의 物理學者들은 形而上學的 宇宙論을 창시한 哲學者였으며 古代哲學의 完成者로 일컬어지는 Aristoteles의 物理學은 數世紀를 지배해 왔다. Copernicus, Kepler, Galileo, Newton으로 연결되는 近代物理學은 近代哲學形成의 결정적 역할을 하였다. 20世紀初 科學哲學者들 중에는 物理學을 전공한 자들이 많았으며 物理學的 言語를 모든 經驗科學의 基盤으로 삼아 科學의 統一을 시도하기도 하였다.

현대의 科學哲學은 종래처럼 宇宙論을 제시하는 自然哲學이 아니다. Einstein의 宇宙모형 一有限하나 끝이 없는 宇宙모형 一을 계기로 宇宙論이 한때 부활되는 듯하였으나 요사이 科學哲學의 論題에서는 별로 나타나지 않는다. 現代科學哲學은 科學의 메타理論으로 나타나므로 Einstein의 科學哲學을 그러한 측면에서 다루기로 한다.

편의상, 經驗科學의 哲學과 形式科學의 哲學으로 分類, 前者를 다시금 特殊科學哲學과 一般科學哲學으로 細分한 안목으로 Einstein의 思想을 살펴 보자.

個別科學의 基本概念들을 메타理論적으로 分析하는 特殊科學哲學의 分野에서 Einstein은 무엇보다도 〈時間〉, 〈空間〉, 〈質量〉, 〈에너지〉, 〈빛〉 등의 基本개념의 의미를 바꾸어 놓은 공헌을 하였다. 絕對速度를 측정할 수 없다는 (特殊)相對性의 原理는 이미 Poincaré(1904)도 지적한 바 있으나 Einstein은 한걸음 더 나아가 그것을 物理學의 基本的인 一般法則으로 삼는 相對性理論을 구성하였고 그 결과 당시까지 지지되어온 ether의 假定을 과감하게 거부하였다.

이것은 Newton의 絕對時間과 絕對空間을 批判한 Mach의 見解를 받아들인 증거이다. 그러나 Einstein은 Mach처럼 物理法則들을 感覺의 經驗의 단순한 集積·要約으로 보지 않고 그곳에는 感覺과 區別되는 人間理性的의 作用이 있다고 믿었다.

Mach의 感覺主義, 實証主義를 배격하기는 하나 Einstein의 一般科學哲學의 基本입장은 철저한 經驗主義를 취하고 있다. 이와같은 사실은 經驗科學 一般에서 사용되고 있는 數量的 概念과 測定方法의 관계에서도 뚜렷이 드러나고 있다. 흔히들 溫度와 같은 數量概念들은 그 概念이 먼저 확립된 다음에 그것을 測定하는 經驗的 方法이 뒤따르는 것으로 생각하기 쉽다. 하나 실재는 정반대다. 測定過程으로 부터 數量概念이 發展되었다. 즉 溫度計가 발명되기以前에는 氣溫의 개념의 정확한 意味가 주어질 수 없었다는 이야기다. Einstein이 相對性 理論에서 時間과 空間의 測定問題를 다루면서 '강조한 바도 바로 이 점이다. '持續의 同值', '空間內的 距離의 同值', '相異한 場所에서 일어난 두 事象의 同時性' 등의 개념들의 의미를 정확히 알려면 그런 概念들을 測定할 수 있는 構案과 規則들을 규정하여야 하며 그러한 構案과 規則들은 결국 어느모로라도 觀察과 연결되어야 한다고 믿기 때문에 Einstein은 철저한 經驗主義者라고 할 수 있다.

Einstein은 傳統的 獨斷을 철저히 批判하는 점에서 Hume을 따른다고 하겠으나 궁극적인 自然法則들은 본질적으로 因果必然의이고 決定論的이라고 믿었다. 그도 自然法則과의 關係에서 確率을 강조하긴 하나 그것은 저 決定論의 自然法則을 認識할 수 있는 能力이 인간에게는 없기 때문에 不得已로 도입된 代案에 불과하다. 이른바 『神은 주사위를 던지지 않는다』는 式의 그의 確率論은 Laplace의 古典의 確率論과 決定論의 世界觀을 固守하는 印象을 풍긴다. 이 점은 아마도 Einstein이 多樣한 確率의 意味를 分別하지 못한 데서 연유된 것 같으며 그의 決定論의 世界觀은 현대 量子論者들로부터도 공박을 받고 있다.

다음으로 數學과 같은 形式科學의 本性에 관해 Einstein은 그것의 命題들이 Kant가 지적한 것처럼 先天的 綜合判斷이라고 보지 않는다. 『數學의 定理들이 實在에 관한 限 그들은 不確實하며 그들이 確實한 限에 있어서는 實在에 관한 것이 아니다』라고 그는 말하였다. 즉, Kant의 용어로 바꾸면 數學이 綜合的인 限 先天的인 것이 아니며 그것이 先天的인 限 綜合的인 것이 아니라는 말이다. 따라서 순수數學을

비롯한 形式科學은 先天的(確實한) 命題들로 구성된 것이며 實在에 관해서는 아무것도 말하는 바 없다는 주장이다.

이처럼 先天的 命題와 綜合的 命題를 구분함으로써 그 混合에서 나타나는 Kant流의 形而上學을 克服하려고 한 점은 분명히 Einstein의 卓見이라 하겠다. 이런 見解는 현대 대부분의 科學哲學者들의 수고를 받고 있다.

Einstein의 理論은 좀 색다르게 해석되기도 한다. Popper가 그것을 진정한 科學性을 지닌 標本으로 선정한 점을 들 수 있다. Popper는 참된 科學과 似而非科學을 구분하는 基準으로서 反証可能性의 原理를 제시하고 있다. 즉 反証될 수 있는 條件을 지닌 命題만이 진정한 科學的 命題가 될 수 있다는 것이다. 그런데 Einstein의 相對性理論으로 도출되는 命題들은 反証의 危險을 지니고 있으므로 科學的이라는 말이다. 예컨대 太陽과 같이 巨大한 質量을 가진 物体의 重力場을 빛이 통과할 때 굴절된다는 豫測은 Einstein理論으로부터 귀결된다. 우리는 1919년 Eddington의 日食觀察이 Einstein의 理論을 確証(confirm)했다고 보며 그것은 確証되었기 때문에 진정한 科學的 理論이라고 생각한다. 그러나 Popper에 의하면 確証된 命題라고 해서 모두 科學的인 것으로 볼 수는 없다는 것이다. 占星術과 같은 似而非科學들의 命題들도 많은 確証事例를 갖고 있다. 진정한 科學命題들은 그것이 反証될 수 있는 條件(즉 강력한 重力場에서 빛이 굴절하지 않는 경우)을 갖고 있어야 한다. Marx의 豫言이나 精神分析學者들의 주장은 Einstein의 理論과는 달리 反証可能的의 조건이 없는 似而非科學이라는 것이 Popper의 결론이다.

다른 한편, 相對性 理論은 우리로 하여금 각자 자신의 처지를 보다 넓은 視野에서 多角의으로 吟味해 볼 수 있는 契機를 마련해 주기도 한다. 測定値를 규정함에 있어서는 觀測者의 특정한 固定된 位置만을 絕對視할 것이 아니라 觀測者의 位置, 觀測者와 測定對象과의 관계 등을 고려해야 한다는 것이 相對性理論의 敎訓이기 때문이다. 따라서 그것은 자기의 입장과 자기의 믿음만을 소중히 여길 것이 아니라 다른 사람의 입장과 신념도 존중해 주는 아량을 가져야 함을 말해 준다. 또한 그것은 자신의 신념만을 絕對視하고 고질적인 獨斷을 힘에 의해 강요하는 각종 權威主義的 我執과 全体主義的 獨裁에 대해 커다란 警鐘이 될 수도 있다.

사회개혁자 아인슈타인

서울대 물리학과 장 희 익

아인슈타인이 주목할 만한 사회사상가였음은 그를 잘 알고 있던 다음 두 사람의 말을 통하여 짐작할 수 있다.

G. H. Hardy : 가장 넓은 의미의 정치문제에 있어서 아인슈타인 이상으로 현명한 사람을 내 생애에서는 보지 못하였다.

Leopold Infeld : <세계의 양심>(아인슈타인)은 각종 오만과 학대 그리고 잔인을 극도로 배격한다. 어쩌면 그를 불의와 폭력의 말만 들어도 치를 떠는 감상주의자로 생각하기 쉽다. 그러나 이것은 전혀 그릇된 판단이다. 나는 것처럼 외롭고 고독한 생애를 보낸 사람을 본 일이 없다. 그의 인자함과 고결함, 그리고 그의 사회사상은 완전히 비개성적(impersonal)이며 마치 딴 천체에서 온 사람과 같다. 그의 심장은 피를 흘리지 않으며 그의 눈은 눈물을 흘리지 않는다.

아인슈타인의 사회사상은 어떠한 배경에서 이루어졌는가?

이는 그의 성격적 특성과 깊은 관련을 가진다. 그는 대단히 비범한 성격의 소유자였다. 그는 자기의 생각과 행동을 거의 독자적으로 개척하였으며 이러한 특징은 매우 일찍부터 나타나기 시작하였다. 이러한 그의 특성은 필연적으로 사회의 제약과 충돌하였으며 이러한 충돌의 경험 속에서 사회에 대한 그의 독자적 사상이 싹트게 되었다. 그러므로 그의 사상은 필연적으로 비판적이었고 비타협적이었다. 그가 대학생활을 보낸 Zürich는 당시 유럽의 혁신적인 자유사상가들이 모여든 중심지였으며 각종 혁명적 사상의 온상이었다고 말할 수 있다. 이러한 속에서 후에 사회주의 혁명가가 된 Friedrich Adler 등과 친교를 맺고 있던 아인슈타인이 사회문제에 관심을 전혀 가지지 않았으리라는 것은 생각하기 어렵다. 그러나 학생시절의 아인슈타인은 거의 사회운동에 가담한 일이 없는 것 같다. 그의 주된 관심사는 자연과학이었으며 그의 혁명적인 기질은 그의 물리학적 업적을 통해서 나타나기 시작했다.

그의 물리학은 흔히 다른 과학자의 경우처럼 다른 정신적 측면과 고립된 것이 아니었다. 오히려 물리학에서의 그의 업적은 그의 독특한 성격과 사고의 한