

自然科學과 社會科學이 交流해야 할 時代의 要請

(On Needs for Cooperative Interactions between
Natural Sciences and Social Sciences)

尹錫喆

<目次>

1. 自然哲學의 示唆
2. 自然現象속에 方向意志가 있나?
3. 보이지 않는 손
4. 自然現象과 社會現象의 遭遇
5. 自然科學과 社會科學間의 方法論交流
6. 哲學과 假說의 修正
7. 結論
(參考文獻)

1. 自然哲學의 示唆

아리스토텔레스의 形而上學은 無形的인 不動의 原動者(Prime Mover)를 對象으로 삼은데 대하여 파라켈수스(Paracelsus, 1493~1541), 카파넬라(Campanella, 1568~1639), 부르노(Bruno, 1548~1600)등을 主軸으로 하는 自然哲學에서는 哲學의 唯一한 對象은 自然認識이며 이 認識은 自然에 귀를 기울임으로서 얻어진다고 생각했다.⁽¹⁾ Campanella에 의하면 聖書는 『쓰여진 經典』(Codex scriptus)이며, 自然은 『살아있는 經典』(Codex vivus)이다. 이 自然을 감각의 힘으로써 根本的으로 研究하는 것이 哲學이며, 感覺이 知識이라는 것이다. 이러한 自然認識, 經驗認識을 重視하는 方法論的 根據속에 오늘날 自然科學이나 社會科學은 그의 濫觴을 가진다고 할 수 있을 것이다.

2. 自然現象속에 方向意志가 있나?

自然學에 있어서는 움직여지는 有形的인 것, 즉 온갖 自然이 그 對象이었다. 自然은 連

筆者：서울大學校 經營大學 經營研究所 研究員，서울大學校 經營大學 助教授

(1) 安相鎮外, 哲學概論, p.48, p.82~85.

鎖的인 系列을 쫓아 質料가 形相을 實現시켜가는 것, 다시 말하면 形相의 段階的 實現을 目的으로 發展해가는 것이라고 보았으며 따라서 『自然은 어떻한 것도 目的 없이는 하지 않으며』, 『그것은 언제나 最善의 것을 志向해 가며』, 『그것은 모든 것을 될 수 있는데로 아름답게 만들어 간다』고 믿었다. 과연 自然現象속에 이러한 『方向意志』(Natural tendency라고 번역해 보자)가 있는지를 살펴보고, 다음 社會科學의 對象인 社會現象을 살펴보기로 하겠다.

理論物理學의 한 定理에 의하면 Hamiltonian, H 가 保存되는 系에서, 一般化된 運動量을 P_i , 一般化된 速度를 q_i , 라 할 때

$$4 \int_1^2 \sum p_i q_i dt = 0$$

이 成立되고, 또한 非相對論이 有効한 系에서 $\sum p_i q_i = 2T$ 의 關係가 있으므로 外力이 遮斷된 保有力場에서

$$A(t_2 - t_1) = 0$$

이 導出된다. ⁽²⁾ 달리 表現해 보면, 位相空間에서 系의 움직임을 表現해주는 位相點의 運動에는 消耗時間을 最小화하려는 大自然의 意志(will)가 숨어 있는 것 같다고 할 수 있다(이 最小運動의 法測에는 약간의 예외도 認定되고 있는 것 같다). 光學의 Fermat의 法測은 一例에 불과한 大自然의 運動法測에 根據하고 있는 이 『消耗時間最小化』라는 事實을 自然의 한 『方向意志』라고 표현하자.

自然이 保有하고자 하는 또 하나의 方向意志는 『內部에너지最小化』의 意志인 것 같다. ground state에 있는 金屬의 電子들은 Pauli禁制律에 쫓으면서 内部에너지가 最小가 되도록 스스로 配列한다. ⁽³⁾ 明鏡止水라는 文學世界의 表現도 따지고 보면 自然이 가지고 있는 에너지最小化의 意志에 의한 것이다. 無數한 다른 例를 들지 않더라도 『에너지最小化』는 大自然이 속에 지니고 있는 한 숨은 努力인 것 같다.

統計力學에서 말하는 熱力學的 確率(Thermodynamic Probability) 역시 自然이 가지고 있는 또 하나의 方向意志인 것 같다.

Entropy極大化的 原理로 表現되는 이 現象은 어느 孤立된 热力學的系의 巨視的 狀態(Macrostate)가 可能한限 最大限의 微視的 狀態(Microstate)를 保有하려는 自然의 慾求(?)를 意味한다고 말할 수 있다. ⁽⁴⁾

(2) Morse and Feshbach

(3) Alonso-Finn, p.65.

(4) J.D. Fast

以上과 같이 大自然속에 숨어 있는 內生的인 움직임을 세개의 變數, 即 시간, 에너지, 엔트로피의 次元에서 살펴봤다.

그러면 다음에는 經濟現象속을 살펴보기로 하자.

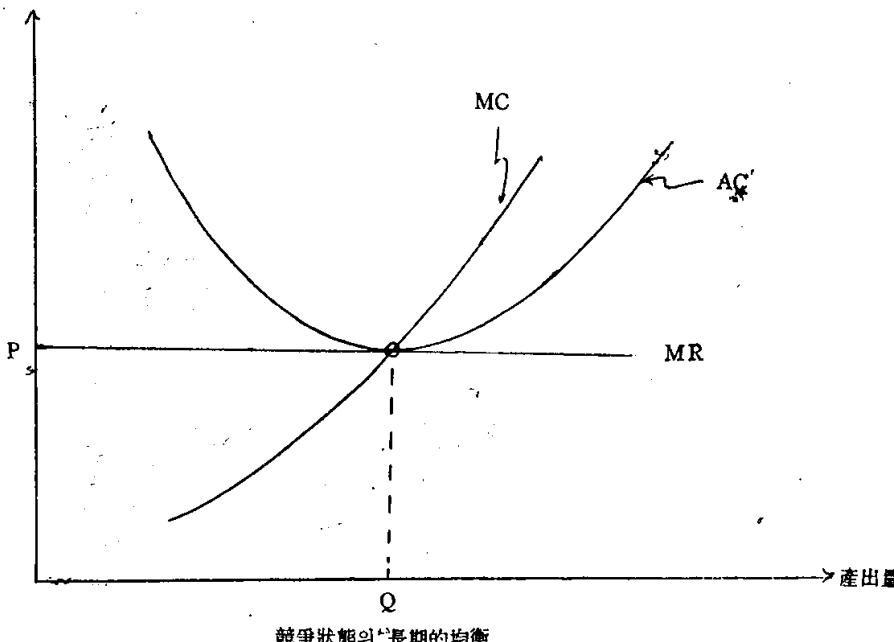
3. 보이지 않는 손(Invisible Hand)

純粹競爭을 가정할 때 費用不變이든 費用增加이든간에 모든 企業活動은 最終的인 長期均衡狀態에서 公通적인 현상을 드러낸다.⁽⁵⁾ 즉 長期的 均衡狀態에서는 어느 製品의 市場價格 (P), (=限界收入, Marginal Revenue, MR)는 그 제품의 生産에 所要된 平均費用(Average Cost, AC)의 最小值와 一致하고 이것은 다시 限界費用(Marginal Cost, MC)에 一致한다. (<그림 1>参照).

이것을 解析的으로 풀어보면,

企業의 純收入(Net Revenue)을 N , 產出量을 x , 이때의 總生產費를 $C(x)$ 라 할때 自明하게

$$N = p \cdot x - C(x) \quad (1)$$



(5) 金德中 p.468~p.471.

가成立한다. (1)式을 x 로 微分하면

$$\frac{dN}{dX} = p - \frac{dC(x)}{dx}$$

가 되고, 企業의 純收入極大值는 一次 導函數가 0일때 이뤄지므로 이때

$$p = \frac{dC(x)}{dx} \quad (2)$$

가 된다.

한편

$$\frac{dC(x)}{dx} = \frac{d}{dx} \left\{ x \frac{C(x)}{x} \right\} = \frac{C(x)}{x} + x \cdot \frac{d}{dx} \left\{ \frac{C(x)}{x} \right\} \quad (3)$$

인데 <그림 1>에 나타난 대로 平均費用 $= \frac{C(x)}{x}$ 이 最小化되는 點에서는 그의 一次函數가 0이 되므로 (1), (2), (3)式에서 結局 $p = \frac{dC(x)}{dx} = \frac{C(x)}{x}$ 가 되어 長期均衡點에서는 價格, 限界費用, 平均費用 三者가 一致하게 된다.

長期的으로 競爭企業이 最小平均生產費의 水準에서 操業을 決定한다는 것(즉 <그림 1>에서 Q 點)은 消費者의 立場에서 볼 때 가장 바람직한 현상이다.

消費者는 費用條件이 許容하는 限度內에서 가장 眉 가격으로 가장 多은 量을 구매할 수 있기 때문이다.

또 價格이 限界費用과 一致하는 點에서 操業이 決定된다는 것은 앞에서 解析的으로 證明한바와 같이 企業에 極大利潤을 보장해 줌과 동시에 社會全體의으로 볼 때 資源을 最適配分하는 것이 된다. 예를들어 X 財에 對한 소비자의 수요가 증가하여 가격이 상승한 경우를 보자. 이때 현재의 產出量水準에서는 X 財가격이 한계비용을 초과하므로 불균형이 발생한다. 또한 X 財產業은 초과이윤을 누리고 따라서 규모가 팽창하게 되고 보다 낮은 이윤을 얻는 產業으로부터 生產要素을 끌어올 수 있다. 그리하여 마침내 X 財가격이 다시 한계비용과 같아질 때, 즉 한계생산물의 가치가 X 財를 생산하기 위해 포기한 他生産物의 가치와 일치하게 될때 產業의 확장은 끝난다. 特定生産要素의 供給狀態가 變하거나 生產技術이 變하게 되는 경우도 마찬가지 過程을 밟아서 資源의 再配分을 통해 價格=限界費用의 均衡點에 도달하게 된다. 이처럼 與件變動으로 因한 資源의 一時的非效率的 配分이 自動적으로 수정된다

이러한 事實은 中요한 의미를 띤다. 즉 純粹競爭狀態에 있는 企業들이 自己自身의 이윤을 極大化하기 위하여 價格과 限界費用이 一致하는 點에서 生產을 할 경우, 이것이 동시에 消費者의 滿足을 極大化하는 資源의 最適 配分을 招來하게 된다는 事實이다. 即 古典派經

濟學의 表現을 빌리면 『보이지 않는 손』이 作用하고 있다는 것이고 이것은 다시 표현하면 外部간섭이 없는 自由競爭의 여전에서는 누가 願하든 不願하든, 스스로 生起하는 한 自然的인 힘인 것이고 自然內에서 存在하는 方向意志와 本質的으로 같은 것이 된다.

4. 自然現象과 社會現象의 遭遇

우리는 앞에서 自然現象과 社會經濟現象속에 外部의 간섭이 없는 孤立·自由狀態에서는 内生的으로 움직여 가려는 어떤 方向意志 혹은 『보이지 않는 손』이 作用한다는 事實을 살펴봤다.

經濟學에서 말하는 『보이지 않는 손』은 말하자면 消費者立場에서 滿足의 極大化, 產出者立場에서 利潤의 極大化가 同時に 社會總體의 立場에서 資源의 最適配分에 連繫되는 自然的인 한 메카니즘인 것이다. 그런데 興味로운 事實은 이 資源의 最適配分問題를 經營學의 으로 더 分析해 들어가면 終局的으로 『消耗時間의 最小化』, 『消耗에너지의 最小化』 문제로 連繫된다. 더구나 不確定性이 基礎를 이루고 있는 社會諸現象의 進展은 热力學에서 定義된 엔트로피의 概念에 合致하는 確率現象을 드러내고 있는 것 같다.⁽⁶⁾

資源의 最適配分 혹은 最適活用문제란 意思決定過程에 Efficiency의 極大化를追求하는 문제가 되므로 所定의 Output을 最小의 時間消耗, 最小의 에너지消耗로 이룩하는 문제가 된다는 것은 쉽게 이해된다. 實際로 線型計劃法(Linear Programming)等의一般的 技法을 사용하여 資源의 効率的 活用문제를 풀어보면前述한 結論이 確認된다.

엔트로피概念이 社會·經濟現象의 不確定性推定에 어떻게 連結하는지를 抽象化시킨 간단한 模型으로 說明해 보면 아래와 같다. 치금 예컨데 人口가 6名인 어느 集團이 있고 이 集團의 總所得이 3,000弗이라는 자료를入手했다고 가정해 보자, 그런데 이 集團구성원 6名의所得分布를 알고 싶다고 해 보자. 즉 macro data만 알고 있고 micro data는 전혀 모르고 있다. 이런 상황에서 구성원 個個人의所得을 推定한다는 것은 쉽지 않다.

$3,000 \div 6 = 500$ 이므로 6名이 모두 500弗짜리 所得者일 것이라는 推定도 가능한 여러 狀態中의 하나다. 그러나 여기에 對應하는 microstate는 ${}_6C_6 = 1$, 즉 하나다. 또 다른 가능성의 하나는 400Fr짜리 1名, 600Fr짜리 1名, 500Fr짜리 4名인 경우이다. $(1 \times 400) + (1 \times 600) + (4 \times 500) = 3,000$ 이 되기 때문이다. 여기에 對應하는 microstate의 수는 ${}_6C_4 \times {}_2P_2 = 30$ 이나 되므로 주어진 情報의 限界內에서는 이 가능성의 前者 즉 6名이 모두 均一한 所得 500Fr을 가

(6) 尹錫詰

지고 있을 가능성 보다 30倍더 높다고 보지 않을 수 있는 反論을 찾기가 어렵다. 이처럼 可能한 情報의 領域밖에 있는 不確定性의 세계를 推定하여 先驗的確率分布(Prior Probability)를 찾으려 할 때 人間의 偏見(Prejudice)을 介入시키지 않는 (모든 microstate가 同等하게 可能하다는 가정을 除外하고) 方法論이 エントロ피概念인 것이다.

이렇게 先驗的確率分布를 찾은 후 電子計算機로 Simulation해보면 잘 맞아 들어가고 있다 이와같이 社會·經濟領域의 根底에 흐르는 어떤 方向意志가 自然現象속에 있는 그것과 根本으로 差異가 없다면, 우리는 이글의 文頭에 言及한 아리스토텔레스의 形而上學의 原動者(Prime Mover)에 다시 歸依하게 되는 셈이다.

5. 自然科學과 社會科學間의 方法論交流

形而上學의 原動者의 문제를 떠나서 自然科學과 社會科學이 當面한 時代의 要請에 副應하기 위해 서로 協助해야 할 문제로 우리의 論點을 옮겨보자.

우선 方法論의 交流가 重要할 것이다. 時代가 要請하는 문제が 比較的 單純하고 部分的性格을 띠고 있던 時節에는 自然科學은 自然科學대로 또 社會科學은 社會科學대로 각者が 별다른 交流없이 문제를 풀어갈 수 있었다. 그러나 時代가 復雜性을 더해가고 社會構造가 多岐해짐에 따라 풀어야 할 문제도 점점 복잡다기해져 自然科學과 社會科學이 서로 連結되면서 도와가야 할 輿件이 成熟했다고 본다.

이렇게 풀어야 할 문제가 복잡하고 어려워짐에 따라 方法論의 貧困을 느끼게 되고 따라서 自己分野 아닌 다른 分野에서 開發된 方法論도 도움이 될때는 빌어다 써야 하게 됬다. 이렇게 서로 빌어다 쓸 수 있는 概念이나 技法들을 或者는 携帶概念(Portable Concepts)이라고 불렀다.⁽⁷⁾ 트란지스터 같은 라디오를 이房에서 저房으로 携帶하면서 사용하는 것처럼 어느 分野에서 개발 연구된 概念이나 技法을 다른 分野로 移植시켜 사용한다는 뜻이다. 예컨대 人口密集地間의 交通量을 推定하고자 한다고 가정해 보자. 즉 1980年代에 서울과 釜山間의 交通量이 얼마나 될까? 혹은 서울과 仁川간의 交通量은 얼마나 될까 하는 문제를 풀어야 한다고 하자. 이런 문제를 풀기 위해 Newton力學의 한 概念을 빌려 온다고 해 보자. 즉 두 人口密集地間의 Interaction은 두 地域의 人口量의 곱에 비례하고 地理的距離에 反比例한다고 가정해 보는 것이다. 이 가정은 一面合理的일 것 같으면서도, 또 社會·經濟的現象이 物理現象처럼 그렇게 單純하지도 않으리라는 회의도 갖게 한다. 그리하여 이처럼 單純한 New-

(7) Linvill; p.65.

ton 力學的 概念에 여러가지 變數를 더 添加시키고 變造시켜서 오늘날 地域學(Regional Science)에서 重要한 重力場모델(Gravity model)이 탄생한 것이다. 이처럼 Portable Concepts 는 오늘날처럼 복잡다기한 문제를 풀어가는데 중요한 공헌을 하고 있다고 봐야한다. 그러면 오늘날 自然科學에서나 社會科學에서나 빈번히 쓰이고 있는 携帶概念들을 分野別로 나누어 열거해 보면 대략 아래와 같다.

(i) 解析學分野에서

Iteration Method,

直交座標개념

界限(Marginal) 分析개념

雙對(Duality)개념

連續性(Continuity)개념

狀態變數(State Variable)개념

飽和(Saturation)개념

波動運動에 있어서 Space-time relation개념

漸化(Asymptotic Representation)개념

Occam's Razor개념

(ii) 線型體系論에서

Linearity and Superposition,

Fourier解析

Impulse response개념

Frequency response개념

Resonance개념

Transfer function개념

Flowgraph reduction개념

(iii) 非線型體系論에서

Harmonic Balance개념

Limit cycle개념

Perturbation개념

位相空間(Phase space)개념

Synchronization개념

Index of a curve개념

(iv) Feed back Theory에서

Stability개념

Sensitivity개념

Information개념

Channel Capacity개념

(v) 物理學에서

熱力學第二法則

Entropy개념

Hysteresis개념

Transport phenomena의론

Modulation개념

Gravity개념

Computerability개념

Recursive Relationship개념

Uncertainty개념

(vi) 確率論과 統計學에서

Stochastic Process

Markoff Process

Bernoulli trials

Queuing의론

Sample Space개념

Causality개념

Bayes' Theorem

Central Limit Theorem

Regression-Least square개념

(vii) 最適化理論에서

Constraints

Objective function

Suboptimization개념

Dynamic Programming

Variational Method

Steepest descent개념

Equal Marginal Return개념

(viii) 經濟學에서

均衡點이론

均衡의 安定

短期分析개념

長期分析개념

이상 열거한 개념들 외에도 서로 交流되어 문제해결에 응용될 수 있는 것들이 많이 있다
다음에는 方法論과는 次元을 달리 基本的인 哲學 혹은 假說에 미친 影響을 考察해 보기
로 하자.

6. 哲學과 假說의 修正

1666年에 Issac Newton이 微分學을 발표하고, 이어 1686年에 所謂 "Principia"를 발표한
以來 約 200餘年동안은 自然科學은 勿論 社會科學의 諸領域에 까지 그 影響이 至大했다.
John Locke나 David Hume같은 哲學者들도 그들의 理論體系形成에 Newton의 影響이 커
을 시인하였다. ⁽⁸⁾

이러한 雾靄氣속에서 社會現象의 分析 특히 經濟學分野에 限界分析(Marginal Analysis)
이 風靡한 것은 理解할 만 하다. 靜態分析(Static Analysis), 動態分析(Dynamic Analysis),
靜態均衡點(Static Equilibrium)등의 개념은 다분히 Newton力學의 體臭를 풍기고 있다고
하겠다.

또 한편 Newton 力學의 自然觀은 어떤 意味에서 因果論의 假說을 社會科學分野에 던져 주
었고 이것은 決定論(Determinism)을 밀받침 해 주었다. 即 어느 時刻에 어느 粒子의 位置
와 速度를 알면 그 粒子의 未來를豫測할 수 있다는 『信仰』과 온 宇宙가 그런 粒子로 構成
되어 있다는 自然觀이 結合하여 이런 決定論이 社會科學의 여러分野에 澄湃해 있었다.

그러나 今世紀에 접어들면서 量子力學의 登場과 더불어 1927年에 발표된 W. Heisenberg
의 不確定性原理(Uncertainty Principle)는 自然科學分野에 衝擊을 준 만큼 社會科學의 基本

(8) Encyclopaedia Britanica, History of Science

哲學乃至假說에도衝擊을 주었다.

비록 Plank의 常數, h 가 無視될 수 없는 微視世界에서 意味를 갖는다고는 하지만 如何든 이것이 自然의 基本法則의 하나인 以上 自然觀에 變遷이 와야 했고, 因果律에 修正이 와야 했기 때문이다.

不確定性原理에 依하면 어느 粒子의 位置와 速度를 同時に 嚴密하게 規定한다는 것 조차 가 不可能하다. 예컨대 抽象化시켜서 생각해 본다면 嚴密히 固定된 銃으로부터 스크린에 銃彈을 발사할 때 第一彈이 맞은 자리에 第二, 第三彈이 맞아야 하는 것이 古典的 自然觀였다면 量子論의 自然觀은 原因의 世界에 잘못이 없이도 (=銃의 固定性에 아무 變動이 없이도) 結果의 世界(=銃彈이 맞는 位置)에 變動이 確率의 으로 可能해지게 되는 셈이다.

이처럼 原因의 世界에 責任이 없이도 結果의 世界에서 責任져야 할 變動이 가능하다는 풀이는 因果論의 기본 가설을 흔들어 놓은 셈이다. 그리하여 종래 絶對的 必然性(Absolute Inevitability)의 가정위에 서있던 社會科學의 여러 理論이 統計的確率性(Statistical Probability)위에 基盤을 變造해야 했고, 이제 人間의 意思決定은 所謂 統計學에서 말하는 α 에리 혹은 β 에러를 甘受하게 됐다. 古典的 豫定論에 立脚한 實證經濟學의 基盤이 弱化되는 것도 이 한예에 불과할 것이다.

그러나 이러한 哲學 혹은 姿勢의 修正은 自然科學쪽에서도 社會科學의 定立된 理論으로부터 影響받아야 할 것 같다. 오늘날 自然科學은 『科學을 위한 科學』(Science for the sake of science)의 姿勢는 피해야 할 것 같다. 科學이 이제 社會秩序로부터 孤立된 狀態란 어렵게 되었고, 그 自體 社會形成의一部分을 이루고 있기 때문이다. 오늘날에 와서는 時代的性格이나 社會構造가 너무 복잡하기하여 저서 심지어는 基礎科學과 應用科學을 區別하기조차 어려워졌다. 또한 研究의 對象이 한 個人이 할 수 있는 性格의 문제가 아니고 하나의 集團 혹은 團體가 共同으로 수행해야 할 性質의 것이 되어가고 있다.⁽⁹⁾ 따라서 自然科學이 크게 發展하려면 社會科學 특히 經營學에서 연구된 組織論, 組織行爲論, 意思決定論 등을 배워가야 할 것이다.

7. 結論

以上에서 (1) 自然現象과 社會現象의 底流에 흐르는 共通된 움직임을 찾아 보려고 努力했고, (2) 自然科學과 社會科學에서 開發된 分析技法이나 概念中에 서로 往來하면서 援用

(9) P. Kapitsa.

될 수 있는 것들을 살펴 보았으며, (3) 自然科學과 社會科學이 哲學 乃至 方法論에서 交流 할 경우 그들이 存立하고 있는 基本假說에 修正을 不可避하게 할 수 있다는 事實을 들었다. 그리고 끝으로 時代의 變遷과정에서 自然科學이 當面한 挑戰에 社會科學 특히 經營學의 組織理論이나 意思決定論이 크게 採用될 수 있다는 可能性을 提示했다.

參 考 文 獻

1. 安相鎮, 尹明老, 韓基淑著, 哲學概論, 서울大學校出版部刊, 1975.
2. Morse and Feshbach, *Theoretical Physics*, Addison-Wesley, 1965.
3. Alonso-Finn, Fundamental University Physics, Addison-Wesley 1968.
4. J.D. Fast, *Entropy*, Pergamon Press, 1963.
5. 金德中, 經濟原論, 經文社 1976.
6. 尹錫喆, Fundamental Variables in the Process of Optimization, M.S. Thesis University of Pennsylvania 1968.
7. W. Linvill, Models and Model Construction, *IRE Transactions on Education*, June 1962.
8. Encyclopaedia Britanica, 1972 ed.
9. P. Kopitsa, The Future Problems of Science; Address given at the International Symposium on Planning in Science, Prague, 1959.