

科学行政家を 위한 새로운 道具로서의 引用分析

Nicholas Wade 著**

玄 源 福 譯***

科學의 生産性を 評價하는 새로운 方法이 마침내 力量을 발휘하는 계에 이르렀다. 지금까지 科學史家나 社會學者들의 「秘藏의 연장」이던 引用分析은 이제 科學行政家에게도 漸次로 재미있는 可能性을 提供하는 境地에 이르기 까지 洗鍊되었다. 이런 技法을 믿는 사람들은 앞으로 2~3年內에 國家科學政策水準의 決定에 있어서 同輩審議과정 (Peer Review Process)의 補助手段으로, 또 科學者 個個人的 業績을 評價하는데 있어서 重要的 利用價値를 지닌 것이라고 생각하고 있다.

모든 引用分析研究는 그 出發點이 論文이나 著者가 科學文獻에서 얼마나 많이 引用되었는가를 量하는 것이다. 引用의 횟수가 論文의 影響力을 反映하고 따라서 質을 말하는 것이라는 一般的인 假定을 전제로 한다면 이 方法은 科學의 認識과 社會構造의 여러 면을 計量化하는 基本尺度로 쓰이게 할 수 있다. “누가 누구를 引用했다”는데 관한 基礎적인 情報는 季刊인 Science Citation Index로부터 쉽게 얻을 수 있다. 이 出版物은 세계에서 가장 자주 引用되는 2,600種의 學術雜誌속의 모든 引用事項을 收錄하고 있다. 各 科學者 이름 밑에 收錄期間중 그가 引用한 論文의 題目과 學術雜誌의 引用題目이 나타나 있다. (실상 出版된 科學論文중 약 반수만이 科學文獻에 言及될 뿐이고 平均 引用되는 論文의 횟수는 1.7회에 지나지 않는다).

이 技法의 應用範圍를 보면 이미 實用되고 있거나 考慮중에 있는 다음과 같은 것이 있다.

○ 終身教授職에 拒否된 어떤 女性이 그녀보다 앞서 進級한 2名의 男性과 實力이 같거나 그들보다 優秀하다는 것을 證明하기 위해 引用分析資料가 訴訟事件에 提出되고 있다.

○ 「뉴욕」 州立大學과 같은 일부 大學에서는 進級과 終身教授職을 決定하는 경우 증거의 일부로서 引用分析에 의지하고 있다.

○ 美國立科學財團(NSF)은 化學部門의 研究資金支出을 評價하고 또 研究費 申請書의 作成은 서툴지만 많이 引用된 化學者들을 救濟하는 安全網으로서 이 技法을 使用하고 있다.

○ 美國立醫科學研究所가 補助한 포스트독터럴·펠로우가 포스트독터 훈련을 받지 않은 비슷한 科學者들보다 더 자주 引用되고 있다는 美科學「아카데미」의 研究調査에서 引用分析이 使用되었다.

○ 美國大學에 대한 政府의 科學政策은 東部地域의 科學者 그룹에게 右左되고 있다는 嫌疑를 위스컨신大學의 社會學者 Warren Hagstorn이 調査해 보았으나 證據가 희미했다. 引用分析으로 判斷하면 業績만으로 評價할 때 그런 標準에서 생각하는 것보다 약간 많은 東部地域 科學者들이 政府의 各 委員會의 자리를 차지하고 있으나 그 차이는 滿足할만큼 뚜렷하지 않다.

○ 사이언스·사이테이션·인덱스를 發行하고 있는 科學情報研究所(Institute for Scientific Information)의 副所長 Morton V. Matin에 의하면 引用分析은 아주 重大한 軍事情報의 意義를 가질 수 있다. 멀린은 이 技法이 어떤 國家의 發表된 研究간의 罅을 밝히고 이런 秘密分野에서 追究되고 있는 技術의 種類를 推論하는데 利用할 수 있다고 믿고 있다.

科學的인 質이나 知的인 影響力과 같은 미묘한 性格은 말할 나위도 없고 어떤 것을 推論하는데

**“Citation Analysis; A New Tool for Science Administrators.” Science Vol. 188, No. 4187, 2 May 1975. pp. 429~432.

***Science誌, 科學記者

****서울研究開發團地 共同代辦人

脚註의 횃수나 센다는 것은 어리석은 것이라고 보일 수가 있다. 그러나 引用分析을 가볍게 봐서는 안된다는 理由가 몇 가지 있다. 그 하나는 그것이 科學世界의 真相을 分明히 묘사해 주고 있다는 점이다. 表 1에서 볼 수 있듯이 가장 많이 引用된 50名의 著者名單을 보면 그중 12名은 現在 노벨賞을 獲得했다. 그림 1은 73年度 生醫學圖를 보여주고 있다.

다른 하나는 研究資金支給機關이 計劃을 더 철저하게 評價하라는 壓力을 議會로부터 받고 있다는 점이다. NSF와 美國立保健院 (NIH)은 이 技法이 (同輩審議制가 어쩔 수 없는데 비해서) 明白히 客觀的이기 때문에. 이에 대해 비상한 關心을 보이고 있다. 더구나 同輩審議制가 매듭진 決定을 이 技法이 確認해 줄듯 보이기 때문이다. NSF는 年間 25萬弗의 費用을 들여서 引用分析 資料銀行을 세울 計劃을 받아들일 것이라고 비쳤다.

물론 論文이라는 것은 그것이 지니는 重要性이나 影響力, 創意性, 또는 功績外의 이유로 흔히 引用되는 경우가 있어서 著者라면 누구나 引用分析은 도움이 되지 않는다는 理由를 그렇게 列擧할 수 있다. 著者는 어떤 論文이 自己의 教授가 쓴 것이기 때문에 또는 그 論文에 대해 뜻을 窺이할 수 없기 때문에 또는 그 論文이 쓸모있는 方法論을 提示하기 때문이라는 이유에서 引用할지 모른다. 그러나 引用分析의 專門家들에게는 그런 이유가 다만 이 制度에 대한 騷音에 지나지 않다고 생각하고 있다. 이들은 여러가지 目的을 위해 이런 이유를 걸러내고 최소한 이유를 無意味한 것으로 만들 수 있다. 全部가 그렇다고는 할 수 없으나 거의 모든 경우에서 引用計數는 科學의 質을 가늠하는 在來式의 則定方法과 대체로 高度의 相關關係가 있다는 것이 밝혀졌다. 引用計數가 뜻이 없다는 反論은 우선 그 方法論에 대해 異意를 제기하고 있으나 引用分析 專門家들은 이 문제가 거의 解決될 段階에 있다고 보고 있다. 이 技法은 現在 그 應用의 限界 등 다른 문제에 이르기까지 發展되고 있다. 예컨대 지금까지의 많은 研究는 物理學에 限定되어 있어 이 結果를 다른 分野까지 얼마나 自信있게 펼쳐나갈 수 있을까 하는 것은 아직 모른다는 것

이다. 이 分野에서 活動하고 있는 30余名의 專門家들이 날카롭게 意見을 달리하는 다른 하나의 問題點은 이 技法이 各個人을 評價하는데 얼마나 公正하게 利用될 수 있을까 하는 點이다. 컬럼비아 大學校의 Jonathan Cole 같은 科學社會學者들은 이 技法을 大集團에 適用할 때에는 有效할지 모르되, 個人의 業績을 가늠하는 尺度로 쓰이기에는 그렇게 훌륭한 方法은 아니라고 믿고 있다. 예일 大學校의 Derek de Solla Price와 같은 다른 專門家들은 引用이 個人의 質을 가늠하는 正確한 方法이라고 主張하고 있다. 이 問題에 대한 實質的인 테스트는 곧 審議를 가질 訴訟事件에서 가름될지 모른다. 이 事件이란 美東部地方의 한 女性 生化學者에게 終身教授職이 拒否되어 結局 그녀는 性的 差別待遇로 犧牲되었다고 訴訟을 提起한 일이다. 이 事件에서 썬실 베이니어 大學校의 生理學者 Robert E. Davis는 그녀를 옹호하고 나섰다. 이 大學의 오퍼레이션·리서치 (OR) 科에 있는 Nancy L. Geller와 John S. De Cani 등 2名의 同僚와 함께 데이비스는 지금까지의 引用횃수를 바탕으로 科學論文의 平生引用率을 測定하는 方法을 考慮해 냈다. 終身教授職이 拒否된 女性生化學者가 펴낸 論文은 每편당 53.5회의 平生引用豫想率을 가졌다는 것이 드러났고 그녀의 科長은 51.4회였다. 또 그녀가 拒否되었을 때 終身教授職을 받은 2名의 男性은 每편당 平生引用率이 각각 21.8과 50.9였다.

이 方法과 다른 引用方法에서 나온 結果를 놓고 썬실 베이니어 大의 分析專門家들은 대체로 이 女性研究者의 業績이 終身教授職의 副教授로 進級된 2名의 男性보다 質적으로 현저하게 優秀할 뿐만 아니라 그녀의 科에 있는 正教授들과 完全히 比有할 만한 것이라는 結論을 내렸다. 그러나 이런 結論은 最近에 열린 引用 專門家會議에 上程되었을 때 批判의 소용돌이를 몰고 왔다. 이들은 危險한 드리블이라니 섬찍하다느니 時期常早라느니 하는 따위의 表現으로 비난했다. 데이비스 등의 立場은 引用횃수가 그 分野의 누구든지 參與하는 統合된 同輩審議結果를 나타내는 것이기 때문에 質을 가늠하는 훌륭한 指標라는 主張이다. 質을 가늠하는 다른 指標나 마찬가지로

로 이것도 誤用되는 수가 있지만 事前에 適切한 注意를 게을리만 하지 않는다면 이들이 開發한 平生引用率은 進級과 終身教授職을 審議할 때 틀모가 있다고 보아야 한다는 것이다.

펜실베이니아어담의 이 研究는 歷史家 데레크·데·솔라·프라이스의 支持를 받고 있다. 프라이스는 63年 그의 著書 리틀·사이언스, 빅 사이언스를 펴낸 이래 計量的인 方法을 科學 研究에 導入하는 데 비해 有力한 支持者로 自處하고 있다. 이 分野에서 존경을 받고 있는 프라이스는 大部分의 分析專門家들보다 한발 앞서고 있다. 그는 앞으로 2~3年內에 引用分析이 同輩審議制의 補助手段으로 利用될 것이라고 생각하고 있다. 이 方法이 正確하다는 것을 보여주기 위한 決定的인 證據로서 그는 아직 발표되지 않았으나 이미 研究가 끝난 한 調查結果를 引用하고 있다. 美 시카고大學校 圖書館大學院의 Julie A. Virgo는 그녀의 博士學位論文 “科學論文의 重要性을 評價하는 統計的 節次”에서 同輩審議制에 의한 2件의 科學 論文評價는 그들 相互간의 相關性보다는 引用分析에 의한 評價와 더욱 가까운 相關關係를 갖고 있다는 것을 보여주고 있다. 프라이스는 科學界가 引用分析에 의한 外部評價에 대해 처음에는 抵抗할 것이지만 그것이 同輩審議制의 判斷을 確證해 주고 누가 잘하고 누가 못하느냐에 대한 스스로의 信念을 뒷받침해 준다고 깨달았을 때 이 技法을 받아들일 것이라고 豫言하고 있다.

國家科學政策 水準에서 美國은 世界의 科學生產高에서 차지하는 比重이 漸次로 줄어들고 있으나 프라이스의 見解에 따르면 研究費를 보다 效果的으로 配當하는데 引用分析을 利用할 수 있다는 것이다.

프라이스가 이 技法의 將來에 걸고 있는 信念은 반드시 모두가 共感하고 있는 것은 아니다. 오히려 一部에서는 이에 대해 警戒하고 있다. NSF의 한 관리인 프록미시어 上院議員의 補佐官이 사이언스·사이테이션·인덱스에서 印刷物을 入手해서 이 分野에서는 이미 突破口를 찾았는데 이 分野에 대한 投資를 半減할 수 없었던 이유는 무엇인가?고 말하게 되는 時代가 오기를 바라지는 않는다고 論評하고 있다. NSF의 研究

部長 補佐官인 Wayne Gruner는 “NSF가 이 技法이 實用的인 연장인가를 밝혀기 위해 많은 돈을 쓸 용의는 있다. 그러나 이 技法으로 科學의 生産性을 측정할 수 있다는 것을 이미 實證했다고 가정한다면 그것은 커다란 잘못이다”라고 말하고 있다.

그루너는 研究資金配當에 引用分析을 利用하는 것이 正當化되더라도 사람들은 이 시스템을 자기에게 유리하도록 利用하는 方法을 찾을 것이기 때문에 이것은 自滅의 길이라고 말하고 있다. 예전대 서로간에 많이 引用할 것을 타협한다면 결국 研究手段으로 마저 利用할 수 없게 만든다는 것이다. NSF와 마찬가지로 NIH도 이 技法의 可能性을 評價하기 위해 몇 件의 契約을 했다. NIH의 프로그램分析 및 評價部長인 Helen Gee는 行政府의 運營豫算局에 대해 同輩審議團이 한 決定은 同僚사시스템이 아니라 業績評價에서 나온 것이라는 事實을 立證하는데 引用分析을 利用하면 좋겠다고 말하고 있다. 다른 한 가지의 應用은 NIH의 여러 研究所간의 相互依存度를 研究하는데 쓰일 것 같다. 예전대 引用分析의 결과 國立癌研究所(NCI)가 다른 研究所의 業績에 크게 기대고 있다는 것이 밝혀진다면 다른 研究所를 犧牲시켜 가면서까지 NCI의 豫算을 늘리는 일은 말도록 舉論하게 된다는 것이다.

科學政策을 위해 재미있는 可能性을 비치고 있는 새로운 趨勢는 科學專門分野간의 關係를 定義하고 作圖하는데 進展을 보이고 있다는 점이다. 科學情報研究所의 Henry Small과 드렉셀大學校의 Belver Griffith가 開發한 이 技法은 科學分野에서 高度로 相互作用하는 文獻集團을 確認했다. 이 相互作用을 재는 基礎的인 方法은 2件의 論文이 關心期間中(같은 參照文獻 名單에 包含되어) 共同引用된 頻度를 측정하는 것이다. 스몰과 그리피스는 이것을 사이언스·사이테이션·인덱스에 適用시킨 결과 論文을 共同引用 링크에 의해 여러 集團으로 分類할 수 있다는 것을 밝혀냈는데 이것은 現在 높은 水準의 活動을 나타내는 科學의 專門分野를 代表한다고 믿고 있다.

이런 主張을 立證하는 하나의 예는 컴퓨터·프로그램이 어떤 指定된 集團에 配정한 論文題目들은 서로간에 分명한 相關性을 보여 주고 있고

이 集團을 경우에 따라 플레이트 구조학이나 또는 메실저 RNA로 지정할 수 있다. 다른 하나의 예는 이런 集團들이 不變하는 것이 아니라 科學의 進步를 비치는 패턴에 따라서 해마다 分散·再集合한다는 것이다. 72년의 生醫學의 集團圖를 보면 「리버스·스크립 타제」와 染色體와 관련된 독립된 專門分野들이 차지했었다. 73년에 이르러 이들은 病原微生物遺傳學에 관한 單一의 巨大集團으로 합해졌다. (그림 1 參照) 72년의 微細管狀蛋白質集團은 73년에는 筋肉-마이오신 및 사이토카라진 B라는 이름의 새로운 專門分野속에 나타났다. 이렇게 간단한 連結方法으로 이토록 注目을 끄는 圖表를 만들어 낼 수 있다는 것은 어떻게 보면 놀라운 일이다. 스몰과 그리피스는 아직도 그들이 만든 集團表가 現實과 一致하는가를 完全히 테스트하지는 않았으나 이들의 假說은 이 集團이 在來의 專門分野의 境界라기 보다는 科學의 眞正한 知的 및 社會的인 下部構造를 代表하는 것이라는 主張이다. 그 物質的인 眞實이 무엇이든지 상관없이 科學圖는 發見的인 道具로서 쓸모가 있다는 것이 틀림없다고 스몰, 유진·가필드 및 모튼·벌린은 最近에 發表한 論文에서 말하고 있다. 이런 道具는 科學發展에 관한 歷史家와 哲學者들의 생각을 테스트하는데 利用할 수 있다고 이들은 비치고 있다. 보다 實質的으로는 이런 圖表가 活潑한 研究分野를 알아내고 또 社會的인 目標과 관련시킬 때 等困視했거나 지나치게 研究資金을 支出한 科學分野를 찾는 데 도움이 될 것이다.

가필드는 사이언스·사이테이션·인덱스 뿐만 아니라 커렌트·콘텐츠를 發行하고 있는 營利機關인 科學情報研究所 (ISI)의 所長이다. 이 인덱스는 당초 어떤 特定論文이나 아이디어가 뒤에 나온 文獻에서 어떻게 追跡되었는가를 찾아내는 순수한 書誌學的인 道具로서 發展된 것이었다.

ISI는 75年版-셋트當 2,850弗의 價格으로 팔고 있으나 이 인덱스의 다른 用途를 促進시키는 데 分明히 관심을 갖고 있다. 가필드의 아이디어가 갖는 營利的인 底力에는 바탕이 전혀 없는 것은 아니다. ISI는 이미 사이언스·사이테이션·인덱스로부터 年度集團圖를 만들어 내기 위해完

全히 컴퓨터化된 시스템을 開發했다. ISI는 現在 이 시스템을 텔레타이프와 遠거리 터미널에서 利用할 수 있도록 計劃을 進行시키고 있다. 하나의 소프트웨어 덩치를 가지고 研究者가 要求하는 스케일로 巨大集團에서부터 하나 하나의 論文에 이르기 까지 專門圖를 보여줄 수 있게 될 것이다. 가필드는 또 引用資料가 個人이나 研究所의 比較的인 位置를 정하는데 利用될 것이라고 내다 보았다. 그러나 이 경우, 이들의 等級을 매기려는 것이 아니고 이들이 그 分野에 주는 影響을 評價하자는데 目的을 둔다.

지난 4月 매릴랜드州 엘크리지에서 ISI가 開催한 한 會議에서 NSF의 한 高位官吏는 國立科學財團이 ISI가 사이언스·사이테이션·인덱스를 온라인에 넣어 學界利用者들이 쓸 수 있도록 만들기 위해 引用分析界의 프로포절을 검토할 용의가 있다고 비쳤다.

引用分析은 同輩審議制를 뒷받침하는 方向으로 나갈 것이라고 一般的으로 期待하고 있기는 하나 이 技法을 適用할 수 있는 範圍가 좁은 意味에서 말하는 科學界의 利害關係와 반드시 一致할 것 같지는 않다. 하나의 예를 들면 이 技法은 科學界로 하여금 內外漢들에게 여러 각도에서 評價하도록 開放시키는 結果를 빚어내게 할 것이다. 또 한가지는 一部の 引用分析研究가 科學研究資金을 과격할 정도로 再分配하는 方向으로 指向할 것 같다는 점이다. 이에 대한 極端的인 例는 R. Cole과 Stephen Cole의 論文 "The Ortega Hypothesis" (Science 178, 368(1972))에서 言及되고 있다.

콜 등이 반증을 찾고 있는 "The Ortega Hypothesis"는 科學이란 꼴벌의 集團과 어느 면에서는 닮은 것이라고 主張하고 있다. 포도원에서 일하고 있는 일꾼은 하나 하나가 그의 힘이 아무리 적더라도 조금씩 進展을 위해 이바지하고 있다는 것이다. 그러나 콜 등은 일꾼중의 반이 일벌이 아니고 숫벌일지도 모른다고 생각하고 있다. 美國 物理學者들간의 引用패턴 研究에서 (引用率로 判斷할 때) 가장 優秀한 科學者들은 거의 예외없이 서로간의 業績을 引用하는 傾向이 있는 반면 일반 研究者들의 業績은 큰 충격을 주는 科學研究의 生産過程에서 影響力을 주는 일이 거의

表 1

없다는 事實을 이들은 發見했다. 심지어 Physical Review 같은 高級 學術雜誌에서도 論文의 80%는 發行後 3年內에 引用되는 일이 드물거나 전혀 없기도 하고 科學發展에 거의 影響을 주지 않을지 모른다는 것이다. 따라서 研究에 從事하고 있는 物理學者의 數를 激減시키게 된다면 物理學에서 지난날과 같은 發展率을 과연 유지할 수 있을 것인가라는 基本的인 問題가 提起된다고 콜 등은 말하면서 만약에 수를 반으로 줄여도 같은 業績을 낼 수만 있다면 重要的 科學發展에 利用되는 業績중 겨우 15~20%만을 생산하는 科學界의 80%나 되는 研究者는 반드시 保有할 必要가 없을지 모른다고 結論을 내리고 있다.

지금까지 說明했던 것이 모두 展望에 지나지 않고 實用性을 말하는 것은 아니기 때문에 引用分析이 科學界에 미치는 影響을 아직도 評價할 수는 없다. NSF와 NIH는 이 技法을 밀고 나가야 할 政治的인 理由가 있기는 하지만 본시 이 技法에 대한 관심은 지금과 같은 議會의 敵意가 있기 전에 벌써 갖고 있었다는데 注目해야 할 것이다. 한편 이들 機關과 많은 科學社會學者들은 이 技法을 받아들이는 문턱까지 이르는데 그렇게 오랜 시일을 요했으면서도 한두件 섯블리 使用해서 그 결과 비참하게 후퇴하게 될까 두려워 하고 있다. 따라서 引用分析은 조심스레 導入해야 할 것 같다. 그렇다고 하더라도 이 技法을 科學의 實用面에 應用하여 影響을 주기를 바라는 사람에게는 그 應用時代가 바로 지금인 것 같다.

表1은 引用分析에 의한 노벨노벨受賞件. ISI의 유진·가필드가 作成한 것인데 이 名單은 67年度에 가장 많이 引用된 50名의 著者들이다. 이 중 6名의 著者(★표)는 이 名單을 만들 때 이미 노벨賞을 받았었고 다른 6名(○표)은 그 뒤 잇달아 받았다.

(그림 1의 說明)

이는 73年度版 사이언스·사이테이션·인덱스에서 15회 또는 그 이상 引用된 1萬件의 文獻으로부터 헨리·스몰과 벨버·그리프스가 만든 生醫學圖. 이 集團 프로그램의 應用으로 生醫學과 分명한 관련을 가진 1,000個 集團을 포함하여 몇개의 論文集團을 만들어 냈다.

이 圖表는 境界基準에 따라 이 集團이 서로 엮힌 集團속에 있는 것을 보여주고 있다. 어떤 論文이 한

順位	著者名	總引用回數
1	LOWRY OH	2931
2	CHANCE B	1374
3	★LANDAU LD	1174
4	BROWN HC	1150
5	★PAULING L	1063
6	○GELL-MANN M	942
7	COTTON FA	940
8	POPLE JA	933
9	BELLAMY LJ	906
10	SNEDECOR GW	904
11	BOYER PD	893
12	BAKER BR	876
13	KOLTHOFF IM	853
14	○HERZBERG G	842
15	FISCHER F	826
16	SEITZ F	822
17	DJERASSI C	801
18	BERGMEYER HU	754
19	WEBER G	750
20	REYNOLDS ES	748
21	MOTT NF	741
22	★ECCLES JC	737
23	FEIGL F	729
24	FREUD S	727
25	PEARSE AGE	726
26	ELIEL EL	721
27	STREITWIESER A	717
28	★MULLIKEN RS	712
29	★JACOB F	711
30	★BORN M	710
31	BRACHET J	706
32	WINSTEIN S	702
33	ALBERT A	687
34	LUFT JH	674
35	○DEDUVE C	673
36	VON EULER US	668
37	FIESER LF	666
38	HUISGEN R.	661
39	NOVIKOFF AB	655
40	GOODWIN TW	643
41	○BARTON DHR	632
42	FISHER RA	631
43	BATES DR	627
44	○FLORY PJ	626
45	STAHL E	626
46	DEWAR MJS	619
47	GILMAN H	618
48	FOLCH J	618
49	DISCHE Z	614
50	GLICK D	609

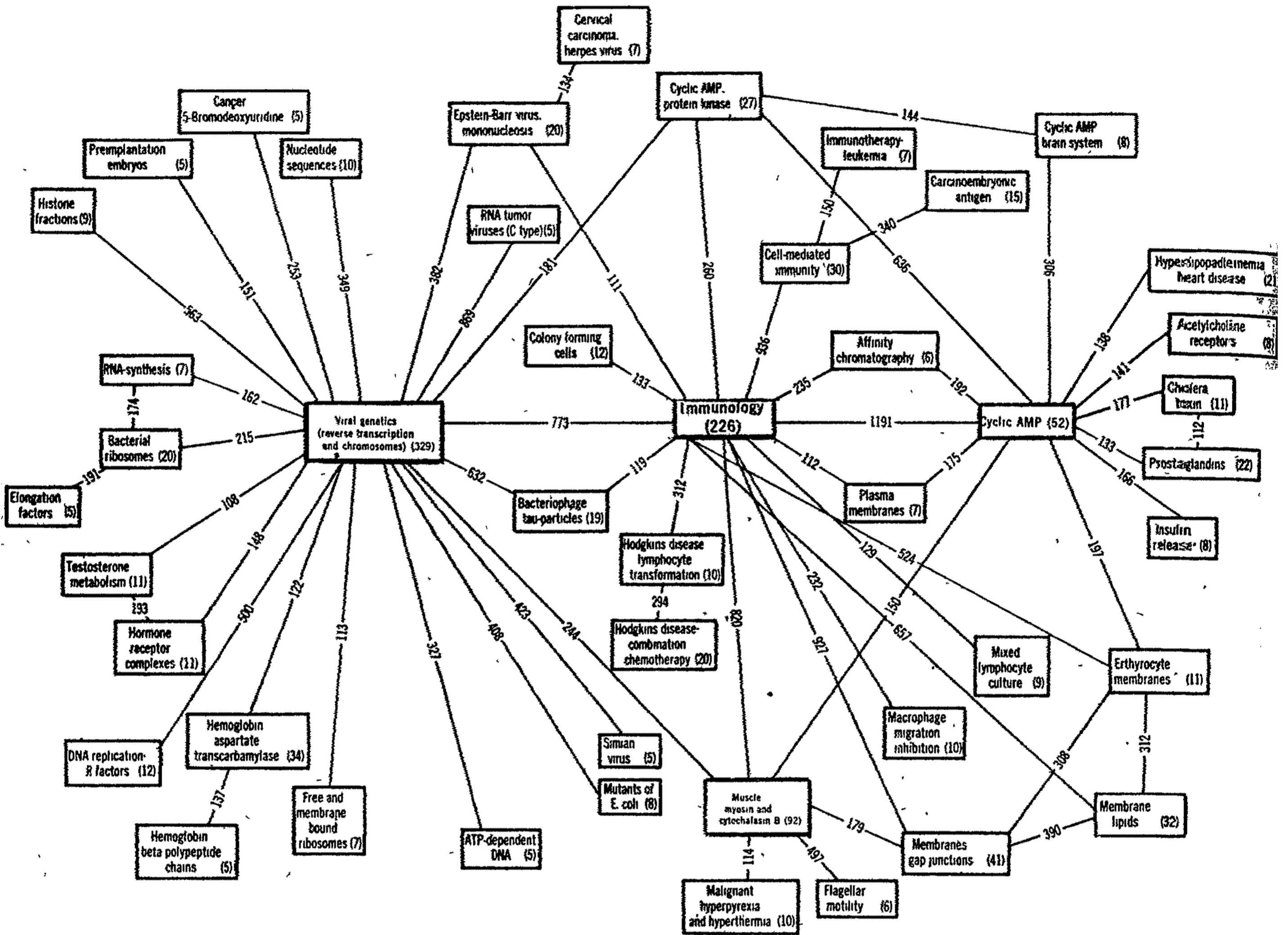


그림 1.

集團의 멤버가 되자면 적어도 11회는 하나나 또는 그 이상의 멤버들과 함께 引用되어야 한다. 線上의 숫자는 연결된 集團의 文獻간의 共同 引用횟수를

나타내고 있다. (圖表는 ISI의 Steve Aaronson이 Mosaic誌 75年 3月號에 실은 論文에서 얻은 것이다.)