

I M P A K T

TÉNYEK A TUDOMÁNYOS ALAPKUTATÁSRÓL

Szilárd: Csak a tényeket írom le – nem azért, hogy bárki is elolvassa, csakis a Jóisten számára.

Betbe: Nem gondolod, hogy a Jóisten ismeri a tényeket?

Szilárd: Lehet, hogy ismeri, de a tényeknek nem ezt a változatát.

[Leo Szilard, *His version of the Facts*. S.R. Weart & Gertrud Weiss Szilard (Eds), MIT Press, Cambridge, MA, 1978, p.149.]

A tartalomból:

| | |
|--|-------|
| The social return of academic research | 1-2 |
| Scientometric Datafiles. Physics, Earth & Space Sciences | 3 |
| Az információ mint fertőző betegség | 4-6 |
| The strength of U.S. science | 7 |
| A világ legnagyobb szakértői rendszere? | 8 |
| A hegymászás két módja: Tanmese a tudományszervezésről | 9 |
| Tudományometriai és társadalmi-gazdasági mutatószámok | 10 |
| OECD R&D Indicators. Expenditures on R&D | 11-12 |



ISSN 1215-3702

Szerkesztők:

Braun Tibor
Schubert András
Zsindely Sándor

Munkatárs:

Toma Olga

Postacím:

MTA Könyvtára
1361 Budapest Pf. 7
Telefon: 111-5433
Telefax: 131-6954
Telex: 224132

Megjelenik havonta

Évi előfizetési díj: 2400 Ft

The social return of academic research

A careful economic study reveals that academic research is an excellent investment but the most famous universities may not be the best to invest in.

For years, US scientists have justified receiving government support by arguing that whatever investment is made in basic research will eventually be returned many times over in benefits to society. But despite the plausibility of this contention, there has never been any proof – until now.

Edwin Mansfield, director of the Center for Economics and Technology at the University of Pennsylvania, has examined the question directly by asking US industry which new products and processes could not have been developed without academic research.

The answer, published earlier this year (*Research Policy* 20, 1-12; February 1991) confirms what scientists have said all along: academic research more than pays for itself when its economic contributions to society are taken into account. More recently, however, Mansfield has asked exactly which academic research is most valuable to industry, and these results hold a few surprises. His still-unpublished data show that the most valuable research is not always that done at the best schools or in the large, well-funded research groups. Although he warns that his work is too preliminary to base research policy on, it seems certain to generate discussion and debate over the role and funding of research.

Mansfield chose a random sample of 76 major US companies in seven industries – information processing, electrical equipment, chemicals, instruments, drugs, metals and oil – and asked their executives what percentage of their new products and processes commercialized from 1975 to 1985 could not have been developed (without substantial delay) without academic research carried out in the previous 15 years.

The results were impressive: 11 per cent of the products and 9 per cent of the processes had depended on academic research. The percentages varied from industry to industry, with drugs (27 per cent of products and 29 per cent of processes) at the high end, and oil (1 per cent of each) at the low end.

He also found that he could put an approximate dollar figure on the value of academic research to industry and to society as a whole. The bottom line, Mansfield calculated, is that investment in academic research has an average annual rate of return to society of about 28 per cent. Although the precise details are complicated by such factors as an average lag time of seven years between research and commercialization, this payback is equivalent in economic terms to putting money into a saving account that annually pays 28 cents on the dollar.

And that is a conservative estimate, says Leonard Lederman of the National Science Foundation, who encouraged Mansfield's work and followed it closely. "He did everything possible to estimate the cost of academic R&D as high as possible, such as including costs for research that was never intended to have industrial payoffs," Lederman says. "He also estimated low on the return." The results is a rough figure, but one that should, if anything, understate the value of academic research.

(contd. on next page)

Mansfield next went back to the same companies to determine exactly what types of academic research were of greatest worth. He asked each of them to name five researchers whose work during the 1970s and 1980s was most valuable to it. Some of the details were predictable, but some were unexpected.

Most predictable were the areas of research of greatest worth to different industries: electronics companies most often cited research done by electrical engineers; information processing companies preferred computer scientists; chemical companies, chemists; and so on. Pharmaceutical companies were the most catholic, pointing to biology, chemistry and pharmacology departments.

Many of the schools producing the most cited research were also predictable: Harvard, the University of California at San Francisco, Stanford and Yale led the list for pharmaceutical companies, and the Massachusetts Institute of Technology and the University of California at Berkeley rated top for both electronics and information processing.

But then there were some surprises. Washington University and the University of Utah were first and third among those cited by the chemical industry, although neither school was in the top 12 on a 1982 list of the country's best chemistry departments compiled by the National Academy of Sciences. The University of Illinois was mentioned more often than Stanford by companies in both electronics and information processing.

Intrigued, Mansfield compared industry's rating of university departments with the quality of the faculty as determined by the Academy. He found varying degrees of agreement between the two measures – strongest in electronics, almost nonexistent in chemistry – but on the whole, he says, industry does not seem to favour the most respected departments as much as one might guess.

Two possible explanations come to mind, Mansfield says. Some otherwise undistinguished departments may have a few very good researchers whose work is valuable to industry. And researchers in the 'better' department may concentrate on work that has payoffs further than 15 years in the future.

Part of the explanation also seems to be that companies tend to support research at nearby universities, whether or not the schools are highly rated. In turn, the companies are more aware of the research going on at these local universities and more likely to use it in their product development.

Mansfield found that nearly 40 per cent of the researchers cited by electronics and information processing firms worked in the same state as the company that cited them, as did about a quarter of the researchers listed by pharmaceutical and chemical companies. Part of that, Mansfield admits, is due to companies locating near the best research, but even companies that are not close to the best universities find it valuable to support research in nearby, less highly rated schools.

Almost all the individual researchers were funded at least in part by the federal government. Five out of every six also received money from industry to support their research, although industry provided a much smaller average percentage of the funding than government (23 per cent against 63 per cent).

More than half of the researchers told Mansfield that the direction of their research had been influenced considerably by the funders, although two-thirds of them insisted that they relied primarily on their own judgement.

Mansfield is cautious about how valuable his studies are for making funding decisions. "It's nice to know that in the past these returns have been considerable," he says, "but these findings alone do not prove anything about the future." The main message, Lederman says, should be that academic research is a good investment.

Robert Pool
Nature, 352(Aug 22) (1991) 661



"And what's more, my fast breeder reactor is a lot faster than your fast breeder reactor."



"Wake up, Dr. Erskine – you're being transferred to low energy physics."

Scientometric Datafiles. A Comprehensive Set of Indicators on 2649 Journals and 96 Countries in All Major Science Fields and Subfields, 1981-1985. 3. Physics, Earth & Space Sciences

The compilation published under the above title [1], is a more detailed than ever collection of scientometric indicators. As main data source, the tapes of the *Science Citation Index (SCI)* database of the Institute for Scientific Information (ISI, Philadelphia, PA, USA) have been used.

The present compilation is a continuation of those published in earlier issues of this journal [2,3]. All the definitions and explanations can be found there.

In the table below, summary data of physics and earth & space sciences, publication counts as well as average and outstanding citation rates of all subfields, and main scientometric indicators of all countries publishing at least 50 papers in the 1981-1985 period are presented.

Schubert András, Glänzel Wolfgang, Braun Tibor, MTAK

[1] *Scientometrics*, 16(1-6) (1989) 3-478

[2] *Impakt*, 1(1) (1991) 2-3

[3] *Impakt*, 1(2) (1991) 2-3

| Major field | Publication count | Citation rate per paper average | outstanding |
|-------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|
| PHYSICAL SCIENCES | 370612 | 3.44 | 11.43 |

| Subfield | Publication count | Citation rate per paper average | outstanding |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------|
| ACOUSTICS | 8505 | 1.57 | 4.68 |
| APPLIED PHYSICS | 44772 | 2.92 | 8.23 |
| ASTRONOMY & ASTROPHYSICS | 22800 | 4.53 | 13.10 |
| ATOMIC MOLEC & CHEM PHYSICS | 32489 | 4.54 | 11.61 |
| CRYSTALLOGRAPHY | 13228 | 2.02 | 6.45 |
| GEOLOGY | 10507 | 2.30 | 7.28 |
| GEOSCIENCES | 26912 | 3.11 | 9.87 |
| INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION | 18017 | 1.42 | 4.83 |
| MATHEMATICAL PHYSICS | 4719 | 2.76 | 7.72 |
| MECHANICS | 10535 | 1.35 | 4.66 |
| METEOROLOGY & ATMOSPH SCI | 15519 | 3.61 | 10.43 |
| MICROSCOPY | 3557 | 1.79 | 5.69 |
| MINERALOGY | 3871 | 2.28 | 7.05 |
| NUCLEAR PHYSICS | 17443 | 3.07 | 9.54 |
| OCEANOGRAPHY | 13157 | 3.80 | 10.31 |
| OPTICS | 10538 | 2.18 | 6.76 |
| PALEONTOLOGY | 1910 | 1.78 | 5.35 |
| PHYSICS OF CONDENSED MATTER | 39927 | 3.24 | 10.19 |
| PHYSICS OF FLUIDS & PLASMAS | 6070 | 3.01 | 9.04 |
| PHYSICS OF PARTICLES & FIELDS | 10934 | 5.11 | 18.34 |
| SPECTROSCOPY | 17810 | 1.71 | 5.42 |

| Country | Publication count | % | Citation count | % | Citation rate obs | exp | rel |
|-------------|-------------------|-------|----------------|-------|-------------------|------|------|
| USA | 129267 | 34.88 | 644816 | 50.51 | 4.99 | 4.59 | 1.09 |
| USSR | 42732 | 11.53 | 45325 | 3.55 | 1.06 | 1.21 | 0.87 |
| Japan | 26202 | 7.07 | 73156 | 5.73 | 2.79 | 3.16 | 0.88 |
| UK | 25330 | 6.83 | 85156 | 6.67 | 3.36 | 3.14 | 1.07 |
| Germany FR | 23456 | 6.33 | 95014 | 7.44 | 4.05 | 3.73 | 1.09 |
| France | 19695 | 5.31 | 68736 | 5.38 | 3.49 | 3.52 | 0.99 |
| Canada | 14373 | 3.88 | 40458 | 3.17 | 2.81 | 3.24 | 0.87 |
| India | 12058 | 3.25 | 13339 | 1.04 | 1.11 | 2.18 | 0.51 |
| Italy | 9337 | 2.52 | 25963 | 2.03 | 2.78 | 3.33 | 0.83 |
| Australia | 6840 | 1.85 | 20904 | 1.64 | 3.06 | 3.09 | 0.99 |
| Netherlands | 5984 | 1.61 | 22959 | 1.80 | 3.84 | 3.48 | 1.10 |
| Switzerland | 4999 | 1.35 | 29975 | 2.35 | 6.00 | 4.67 | 1.28 |
| Poland | 4849 | 1.31 | 7406 | 0.58 | 1.53 | 2.31 | 0.66 |
| Israel | 3949 | 1.07 | 14984 | 1.17 | 3.79 | 4.23 | 0.90 |

| Country | Publication count | % | Citation count | % | Citation rate obs | exp | rel |
|-----------------|-------------------|------|----------------|------|-------------------|------|------|
| German DR | 3304 | 0.89 | 6455 | 0.51 | 1.95 | 1.91 | 1.02 |
| Sweden | 3225 | 0.87 | 13402 | 1.05 | 4.16 | 3.69 | 1.13 |
| PR China | 2982 | 0.80 | 1568 | 0.12 | 0.53 | 1.43 | 0.37 |
| Belgium | 2950 | 0.80 | 8539 | 0.67 | 2.89 | 3.39 | 0.85 |
| Spain | 2554 | 0.69 | 5082 | 0.40 | 1.99 | 3.27 | 0.61 |
| Czechoslovakia | 2409 | 0.65 | 3046 | 0.24 | 1.26 | 1.62 | 0.78 |
| Denmark | 2043 | 0.55 | 10200 | 0.80 | 4.99 | 3.99 | 1.25 |
| Brazil | 1933 | 0.52 | 3491 | 0.27 | 1.81 | 3.46 | 0.52 |
| Austria | 1645 | 0.44 | 3974 | 0.31 | 2.42 | 3.00 | 0.81 |
| New Zealand | 1404 | 0.38 | 2510 | 0.20 | 1.79 | 2.14 | 0.83 |
| Finland | 1375 | 0.37 | 4345 | 0.34 | 3.16 | 3.45 | 0.92 |
| Norway | 1275 | 0.34 | 2712 | 0.21 | 2.13 | 2.76 | 0.77 |
| Hungary | 1263 | 0.34 | 2845 | 0.22 | 2.25 | 2.42 | 0.93 |
| Yugoslavia | 1183 | 0.32 | 2208 | 0.17 | 1.87 | 3.06 | 0.61 |
| Greece | 1168 | 0.32 | 1691 | 0.13 | 1.45 | 2.55 | 0.57 |
| Argentina | 1063 | 0.29 | 1811 | 0.14 | 1.70 | 3.35 | 0.51 |
| South African R | 1021 | 0.28 | 2116 | 0.17 | 2.07 | 3.03 | 0.68 |
| Romania | 917 | 0.25 | 773 | 0.06 | 0.84 | 1.55 | 0.54 |
| Bulgaria | 889 | 0.24 | 972 | 0.08 | 1.09 | 2.30 | 0.47 |
| Mexico | 822 | 0.22 | 2002 | 0.16 | 2.44 | 3.64 | 0.67 |
| Egypt | 604 | 0.16 | 443 | 0.03 | 0.73 | 1.76 | 0.42 |
| Taiwan | 485 | 0.13 | 494 | 0.04 | 1.02 | 2.98 | 0.34 |
| Ireland | 419 | 0.11 | 908 | 0.07 | 2.17 | 3.08 | 0.70 |
| Chile | 386 | 0.10 | 1585 | 0.12 | 4.11 | 3.97 | 1.03 |
| South Korea | 378 | 0.10 | 511 | 0.04 | 1.35 | 3.70 | 0.37 |
| Turkey | 342 | 0.09 | 431 | 0.03 | 1.26 | 2.73 | 0.46 |
| Nigeria | 334 | 0.09 | 268 | 0.02 | 0.80 | 1.88 | 0.43 |
| Saudi Arabia | 319 | 0.09 | 291 | 0.02 | 0.91 | 2.21 | 0.41 |
| Venezuela | 316 | 0.09 | 657 | 0.05 | 2.08 | 3.26 | 0.64 |
| Portugal | 294 | 0.08 | 542 | 0.04 | 1.84 | 3.18 | 0.58 |
| Hong Kong | 247 | 0.07 | 367 | 0.03 | 1.49 | 2.38 | 0.62 |
| Singapore | 191 | 0.05 | 216 | 0.02 | 1.13 | 2.30 | 0.49 |
| Pakistan | 159 | 0.04 | 153 | 0.01 | 0.96 | 2.61 | 0.37 |
| Iraq | 123 | 0.03 | 76 | 0.01 | 0.62 | 1.85 | 0.33 |
| Kuwait | 98 | 0.03 | 84 | 0.01 | 0.86 | 2.14 | 0.40 |
| Malaysia | 90 | 0.02 | 102 | 0.01 | 1.13 | 2.16 | 0.52 |
| Algeria | 75 | 0.02 | 55 | 0.00 | 0.73 | 2.01 | 0.37 |
| Bangladesh | 71 | 0.02 | 59 | 0.00 | 0.83 | 2.22 | 0.37 |
| Iran | 71 | 0.02 | 126 | 0.01 | 1.77 | 2.24 | 0.79 |
| Thailand | 64 | 0.02 | 68 | 0.01 | 1.06 | 2.27 | 0.47 |
| Vietnam | 64 | 0.02 | 23 | 0.00 | 0.36 | 1.48 | 0.24 |
| Tunisia | 59 | 0.02 | 55 | 0.00 | 0.93 | 2.43 | 0.38 |
| Sri Lanka | 56 | 0.02 | 64 | 0.01 | 1.14 | 2.33 | 0.49 |
| Cuba | 53 | 0.01 | 37 | 0.00 | 0.70 | 1.80 | 0.39 |
| Iceland | 53 | 0.01 | 176 | 0.01 | 3.32 | 3.99 | 0.83 |
| Libya | 50 | 0.01 | 16 | 0.00 | 0.32 | 1.46 | 0.22 |
| + 65 countries | 715 | 0.19 | 927 | 0.07 | | | |

Az információ mint fertőző betegség (Adalékok a természettudományi alap kutatás működési mechanizmusához)

A tudomány története a botrányok tárháza. Íme itt jön Galilei az asztrológia ajtóit tokukból kitépve, amott Darwin rámolja ki a padlásszoba bútorait, emitt Einstein a függönyöket szaggatja le, hogy fényt bocsásson a házba. A távoli szemlélő számára az egész szerkezet állandóan módosul, kavarog, változtatja alaprajzát, épp akkor, amikor az ember azt hinné, már ismeri körvonalait. A tudományban a dolgok szemernyi se maradnak nyugalomban. A folyosók mélyén forradalmak érlelődnek!

Végül is minden jóra fordul, de ki bír elviselni ennyi izgalmat?

Az igazság nem ilyen szélsőséges. Az események valójában a részletek részleteiből tevődnek össze. A tudományos információ növekedése annyira finom szerkezetű, hogy visszatekintve teljesen elmosódnak a részletek. Száz év után már csak a drámai gesztusok látszanak. A tudomány előrehaladását csak akkor érthetjük meg, ha lehajolunk és naponta közlelő szemléljük.

A kutatólaboratóriumban, ahol dolgozom, aligha látunk bármiféle forradalmat, pedig tényleg odafigyelünk. A dolgok olyan vánszorogva haladnak, hogy ha bármi izgalmat keltenek is, az a japán színdarabokhoz fogható, amelyekben jóformán semmi sem történik.

A kutatókat a kíváncsiság legegyszerűbb, gyermekes változata hajtja. A laboratóriumban a leggyakrabban a következő refrént hallom, pontosan ugyanazokkal a szavakkal: "Vajon miért történik ez? Vajon miért így történik? Mi történik, ha ezt és ezt csináljuk?"

A válaszok kinyomozásának koreográfiája szigorúan szabványos. Semmi forradalmi sincs abban, ahogyan egy újabb tételt főkönyvünkben rögzítünk. A tudomány majdnem mindig egyenletesen lendületlen, mivel apróbb lépésekből tevődik össze. Minden új érték pontosan kiszámítható az előzőekből.

A laboratóriumi élet teljes unalommalá laposodna, ha nem lennének mindig olyan apró talányok amelyek lehetőséget adnak arra, hogy felteheassuk a kérdést, "Miért?" – és időnként töprengéssel tölthessük. A legtöbb talány végül magyarázatra talál, ha nem is általunk, hát valaki más által Massachusettsben vagy Floridában. Mindig maradnak azonban anomáliák, amelyek nem tángítanak és amelyekkel tovább kell pepecselnünk. Ha egy tudományterületen ezekből annyi halmozódik fel, hogy a munka kényelmetlenné válik, akkor furcsa dolog történik: egy jelentéktelen mitugrász újszerű magyarázattal áll elő, és fogcsikorgatva bár, de mindenki kénytelen elismerni, hogy elbánt az anomáliákkal... Ezután az adatokat értelmezik, a balettet új koreográfia alapján táncolják tovább, és az új rendszer válik szokványossá – mindaddig, amíg új anomáliák nem halmozódnak fel.

Arra, hogy egyetemen dolgozzam, egy számomra ismeretlen fickó ösztönzött, aki a DNS szerkezetének társ-felfedezője volt és ezért Nobel díjjal jutalmazták. Eredetileg ornitológiai képzést kapott, de megneszelte a közelgő változásokat, és agyafúrt módon munkaterületét áthelyezte a biokémiára. Ebből azt a tanulságot vontam le, hogy a magamfajta átlagosan zseniális fickó, aki engedli az alkotó ötleteket magába szívárogni, és aki a kellő időben a megfelelő laboratóriumban van, kellő szerencsével borzasztó egyszerű és újszerű megoldásokra juthat. Mindehhez csak az kell, hogy elengedje magát. Ha agyát nem merevíti meg, ugrásra készen áll, elcsípheti a nagy ötletet, és ezek után már csak a résenlétért járó jutalmat kell bezsebelnie! A laboratóriumban eltöltött fél év után azután felébredtem és

rádöbbentem, hogy annyi eshetőségem van egy Nobel-díjra, mint amekkora valószínűséggel csak úgy kapásból faraghatnék egy remekbe szabott szekrényt, vagy megtanulhatnék zongorázni.

Az, hogy tudásunknak és azoknak a szabályoknak, amelyeket követve rájövünk, hogy megtalálunk valamit, sajátos geográfiája és szerkezete van, az számomra újdonság volt.

E szabályok egy része az a speciális mód, ahogyan a kutatási információt továbbadjuk. Ha minden alkalommal, amikor egy ötletet továbbadok, azt is megemlítem, hol hallottam először, akkor ez egyfajta tudományos jelrendszer alapját képezheti. Ha ezután valaki más a tőlem kapott ötletet további ötletekkel módosítva továbbadja, neki is meg kell jegyeznie, hogy néhánnyal tőlem vett át. Ha mármint nagyon ortodoxnak lennénk és ezt minden ötletünkkel megtennénk, akkor rövidesen könyvtárakat tölthetnénk meg olyan anyaggal, amit aligha akarna bárki is elolvasni.

Pontosan ez az, amit könyvtáraink manapság tesznek: anyagok sokaságát tárolják, amelyeket olvasó sohasem érint. Furcsa módon minél jobb egy könyvtár, minél teljesebb az anyaga, annál több az olyan könyv, amit senki sem olvas. Olvastam egy tanulmányt egy könyvben (amit már három éve senki sem vett ki az egyetem könyvtárából) arról, hogy a könyvtárak könyvvállományának mindössze a felét kölcsönzik ki. Valahol egy ugyancsak ritkán idézett folyóiratban viszont láttam, hogy a régi folyóiratoknak egy-egy évben csak kevesebb, mint a felére hivatkoznak. Egy figyelemre alig méltatott cikk viszont demonstrálta, hogy a világon évente közölt kétféle millió szakcikk felét soha senki sem méltatja figyelemre. A statisztikából következik, hogy jó néhány szakcikket el sem olvasnak. De a sohasem olvasott szakcikkek is megőrzik, mert pusztán létezésük érték. Az olvasottabb cikkek egész láncolata épül rájuk, ugyanúgy, ahogy jelentős összeggek képződnek jelentéktelen tételekből.

A legtöbb cikket a rég ismert 20-80% effektus, vagy ebben az esetben inkább 10-90% effektus miatt hagyják figyelmen kívül: a népesség 10 százaléka végzi a munka kilencven százalékát. Egy a szelíd csorbókákhoz tartozó növényre vonatkozó vizsgálat szerint csaknem negyven cikkből, amit a tárgykörben írtak, 96 hordozza az összes lényegi szakirodalmi információt. A rémisztő ebben az, hogy a kutatónak előbb végig kell olvasnia mind a négyezret, hogy megtudhassa, melyik kilencvenhatról van szó.

A kutatók minden negyven szakcikk közül a 39 kommersz, ismételtető munkát csak azért nem dobják a szemétkébe, mert a fölöslegképzés a pontosság édestestvére. Nos hát – gondolják a kutatók – tekintsük egyszerűen a könyvtárakat a cikkek feneketlen iratszekerényeinek. A könyvtárosok azonban tudják, hogy évi kétféle millió szakcikket nem lehet megőrizni.

A könyvtáros feladata, hogy biztosítsa a tudomány számára a legjobb, legújabb és legidőtállóbb információt. A szakirodalmi informatikusok figyelik a tudomány frontvonalait, igyekeznek felismerni, mely információk a leghasznosabbak ezeken a területeken (amelyeknek természetesen nem lehetnek szakértői) és megpróbálják azokat készenléte helyezni.

A könyvtárosok keze között annyi könyv áramlik át, hogy megismerhetik az események szövedékét. Tudják, mi a "menő" és melyek a stagnáló területek. A beszerzett anyagból megismerik a terjeszkedő területek geográfiáját, és ahol fehér foltot találnak, megkezdik a feltöltést.

Az évenként megjelenő kétmillió tudományos cikk kb. 80 000 különböző folyóiratból származik. Laboratóriumi kollégáim évente ezekből nagyjából 200 közleményt olvasnak el. A módszer, hogy a számukra hasznos kétszáz cikket megtalálják, a fölöslegeseket kigyomlálják, egymilliót átugorjanak, ugyanakkor vigyázzanak arra, hogy a fontosak valahogy ki ne maradjanak, abból áll, hogy a *Current Contents*-t, ezt a kisméretű, vékony papírra nyomott szokatlan folyóiratot olvassák.

Ez a szellemesen eredeti folyóirat olyan tömör, mint az amerikai tv-újság. Az egész nem más, mint a néhány ezer legjobb tudományos folyóirat tartalomjegyzékeinek másolata. A folyóiratok tartalomjegyzékei általában a szigorú formai követelményeknek megfelelően megírt cikkek címét és szerzőit adják meg. A *Current Contents* egyetlen számában körülbelül háromezer cikk adatai találhatóak meg. Palettáján hét szín van: élettudományok, klinikai tudományok, társadalomtudományok, fizikai tudományok, környezet-tudományok, mérnöki tudományok és a művészetek. A professzor, akivel együtt dolgozom, mindig izgatottan várja a legfrissebb *Current Contents* szám megjelenését, majd a füzetet elcseni, hogy otthon esténként az ágyban olvashassa. Ily módon hetente hozzávetőlegesen ezer cikk címét futja át.

A *Current Contents*-ben szerepelt nemrégiben egy cikk, mely szerint: "Minden személyre, aki egy tudományos cikket elejétől a végéig elolvas, húsz olyan jut, aki megelégszik az összefoglalóval, ötszáz pedig csak a cím elolvasásáig jut el. A legtöbb cikknek csak a címét olvassák, semmi többet." Így tehát a címre hárul a tartalomközlés neheze. Hihetetlen energiát pazarolnak arra, hogy a kutatás teljes mondani-valóját belezsúfolják egy rövid és szívhezszóló címbe. Valóban, ha az ember a *Current Contents*-t olvassa, olyan érzése támad, mintha egy vasárnapi magazint olvasna, amely kizárólag az országban forgalmazott újságok legjobb cikkeinek címeit közölné (nem is rossz ötlet egy hetilap számára). Egyes címek többet mondanak, mint mások, de a végén az emberben kialakulhat valami körvonalatlan benyomás arról, mi is történt valójában. A megfelelő napilap elolvasása azután kontrasztosabbá teheti a képet.

Amint a tudományos cikkek címei egyre hirdetés-szerűbbek lesznek, úgy nő a kísértés a szenzációhajhász sajtó-stílus irányában. Ugyanabban a szellemben, amelyben a szupermarketek újságjai hírül adják, hogy "a kutatások kiderítették, van élet a halál után", avagy "karcsúsító ételeket" reklámoznak, a kutató kísértést érez, hogy munkája címébe divatos szavakat építsen be: "rák", "klónozás", még ha csak közvetve vannak is kapcsolatban mondanivalójával. A címírás művészete olyan fontos, hogy a cím lett a cikkek legtöbbször ártirt része. Az egyetemeken olykor szemináriumokat is hirdetnek ilyen irányú szakértelem

kifejlesztésére. Vannak szerzők, akik pragmatikusan úgy gondolkodnak, hogy a legtöbb esetben úgyis csak a cím olvasásáig jutnak el, annak kell tehát hordoznia a munka eredményeit vagy következtetéseit. Ahelyett, hogy azt írják: "A tudományos információ felhasználói jellegzetességeinek vázlatos elméleti modellje", egyszerűen az olvasók képébe vágják: "A tudomány szerkezete olyan, mint a csomós rántási"

A szerzők munkahelyét és pontos címét a *Current Contents* minden számának végén a mutatóban találjuk meg. Ha a kutató érdeklődését felkelti egy cikk címe, levelező-lapon különnyomatot kérhet a szerzőtől, amit az el is küld ingyen, mindaddig, amíg tart a készlete (ha a cím izgalmas, akkor az általában 50 darabos készlet hamar kimerül). A szerző persze korlátlan mennyiségű különnyomatot szeretne, de az 50 darabon felüli példányszámért már neki is fizetnie kell, mint ahogy gyakran azért is fizet, hogy cikke egyáltalán megjelenjék.

Amint a kért különnyomatok megérkeznek a kutató-laboratóriumokba, átfutják, talán még el is olvassák őket, azután szépen berakják a kutatók szájaíze szerint kialakított mikrokönyvtárakba. A barátom alapvetési különnyomat-tára két nagy iratrendező szekrény, amelyekben minden megtalálható, amit a világ a hasnyálmirigy lipázenzimairól tud. Ha leül, egy karnyújtásnyira vannak tőle. Az archívum fele ingyen kapott különnyomat, a másik felét a könyvtári folyóiratokból készült xeroxmásolatok alkotják.

Ez utóbbiakat barátom úgy szerzi be, hogy hetenként vagy havonta egyszer beugrik a központi könyvtárba. Hóna alatt egy hosszú cikklístával berohan, átkutatja a folyóirat-polcokat, odaugrik a másológéphez, bizonyos cikkekről másolatot készít, majd összemarkolja a másolathalmazt, és usgyi vissza a laboratóriumba. Úgy tűnik, a természet-tudományos kutatók nem szeretnek hosszsan a könyvtárban időzni. Ott sohasem olvasnak – legalábbis én még nem láttam egyet sem – és még az is ritka, hogy kedvtelésből a szakirodalomban bogarászgatnának. A könyvtárak a hallgatók részére vannak, akik úgysem tudnak jobb helyet. És mégis – a kutatók imádnak a könyvtárak közelében lenni. Ennek fő oka, hogy többségük intézetekben dolgozik, és ha kedvük szottyan, bármikor körberohanhatják a nagy könyvtárakat.

Sok, főként harmadik világbeli kutató információs bázisának 90 százalékát a postán kapott ingyenes különnyomatok alkotják. Vannak területek, ahol ők e rendszer legfőbb használói. A laboratóriumunkban egy doboz színültig tömve van a világ minden tájáról származó bélyegekkkel. A legegzenotikusabb példányok olyan levelező-lapokon jönnek, amelyeken a laboratóriumunkból származó legfrissebb "Triacilglicerín emulziók hidrolízise szájúregi lipázsal" című különnyomatot kérik.

A jövő persze az on-line számítógépeké, de a terminálok még nem mindennaposak a tudományos intézetekben. A kutatók azt állítják, hogy a számukra hasznos anyagnak kevesebb, mint egy százalékát kapják csak ilyen hálózatokból. Az a néhány on-line számítógépes keresés, amit igénybe vesznek, főleg arra szolgál, hogy ellenőrizzék azt, amit már úgyis sejtene.

Telefonálni sokkal jobban szeretnek. John egy darabig küszködik a rosszul megírt cikkel, majd feladja a harcot, feltárcsázza a szerzőt: "Hogy a csodába jutott erre a következtetésre?" Majdnem minden kutatónak, akivel találkoztam, jó véleménye volt a konferenciák utáni kötetlen

fehérszal-beszélgésekről, azt állítják, hogy ez új ötletek legfontosabb forrása. Ezekből merítik legtartalmasabb híreiket, amelyeket nem terhelnek ragacsos hivatkozások és óvatoskodó megállapítások. Lewis Thomas írta valahol: "Az a benyomásom, hogy az információ igen nagy tömegét olyan mechanizmus mozgatja, amelyet csupán pletykának lehet nevezni."

Meglehet, a pletykarobbanás korában élünk. A tények azt mutatják, hogy a szerzőnkénti átlagos évi cikktermelés azonos szinten marad, ebből következik, hogy nem annyira szakirodalom-robbanásról, hanem inkább kutatói népesedés-robbanásról van szó. Bárhogyan is, több szakcikk létezik és több ötlet repked körülöttünk, mint valaha.

Az ötletek viselkedése, ahogyan egyik személyből a másikba plántálódnak, ugyanolyan jellegű, mint a ragály terjedése. Mindkét jelenséget egyazon matematikai modell írja le. A tudományos ötletek exponenciális növekedése eszerint egy sorozatosan visszatérő járvány. A tudományos információ fertőző betegség, és a kutatók önszántukból hordozzák a ragályt. Ez igen hasznos kis modell, hiszen egyelőre többet tudunk a betegségek terjedéséről, mint az információ hálózatok működéséről.

A járványok terjedését szabványos görbe írja le: lassú kezdeti növekedés, gyors elterjedés, amit fokozatos csökkenés követ, párhuzamosan a népesség telítődésével. A múltban a kutatók megérzéseikre, intuícióikra hagykoztak, hogy egy-egy új területen felismerjék a haladás előhírmökeit; ösztöneik súgták meg, hogy valami történik. Manapság korán kell lokalizálni a legaktívabb góccokat, ezért az irányító intézményekben ülő fejesek – akik rendszerint nem kutatók – számítógépek támogatásával pontosan követik a tudományos cikkek világának lüktetését, hogy a kapott görbét felrajzolhassák. Mikor a görbe kezd megközelíteni a teljes gőzzel kitörő járványt megelőző felhajló szakaszt – nos, ezen a ponton, gondolják, egy kis pénzbefecskendezés a maximális hatással fog járni. Ezért a pénzcsontrókat ebben az irányban nyitják meg, és reménykednek a folyamat felgyorsulásában.

Azokat a számítógép támogatta programokat, amelyeket a fontos emberek használnak, Eugene Garfield dolgozta ki. Ugyanaz a személy, aki a *Current Contents*-t feltalálta és megindította egy New Jersey-beli átalakított tyúkfarmon. Az eszköz, amelynek neve "citation indexing" (idézet indexelés), az első visszatükröződése a tudományos információ szövevényének. Olyan tudományos módszer, amely a tudományos módszerre irányul.

Egyetemünk könyvtárában több olyan könyv található, amelyekben fényképek láthatók kínai tekercsfestményekről. E sötét, borongós festmények szélein megtalálhatók a tekercs előző birtokosainak "chop"-jai. Ezek a jelek szerves részévé válnak a képeknek, értéket kölcsönöznek nekik. Teljesen hasonló módon alakulnak annak a jelei, ahogy egy tudományos ötlet körbejár. E jelek idézet néven ismertek, megmutatják, hogy az ötlet még kit fertőzött meg.

Ezen a ponton lép be a számítógép, amely követi az ötletek továbbadását. Ez nem könnyű dolog, hiszen évente több millió idézet forog körbe. Minden egyes alkalommal, amikor valaki megemlíti, hogy ötlet megfertőzte –

akár új, akár régi ötlet – az információ két címkével kerül be a számítógépes idézettségi indexbe: az egyik a fertőzött megjelölése, a másik a fertőző. A kapcsolatok így már két irányból is nyomon követhetők, az ötlettől visszamenően, vagy előre a továbbadás irányába.

Ezt a teljes kapcsolatrendszert a *Science Citation Index* adatbázis rögzíti. Az index hozzáférhető nyomtatott kötetek formájában, vagy pedig számítógépes keresésre alkalmas alakban. Legújabbban arra is képes, hogy látványos térképek formájában ábrázolja a kutatási területek kapcsolatait.

Ezek a különféle kutatásterületi szomszédságok térképei. Egy kutató szomszédságát azok képezik, akik neki integetnek és akiknek ő integet – tehát mindazoknak a kutatóknak az együttese, akik az ő ötleteit munkájukban elismerték, valamint akiknek gondolatait ez a kutató munkáiban elismerte. Az intézetben a legtöbb kolléga, gyakran még azok is, akik a közvetlen közelben dolgoznak, egy másik témaszédsághoz tartozik, míg a mi szoros témaszédságunkat egy Svédországban működő csoport alkotja. Az egymáshoz legközelebb élők a legfogékonyabbak egymás ötletel számára. Az említett térképeken ezt a távolságot idézési egységekben mérik. A közelség itt az ötletek közösségét jelenti.

Az ilyen témaközösségekbe oly módon lép be az ember, hogy idéz egy szerzőt. Egy kutató esetleg több száz közösség peremén is tevékenykedhet, de csak néhánynak a közepéhez jut közel. Minden közösségnek, szomszédságnak a magjában a befolyásos kutatók helyezkednek el, ők a hangadók, a terület haladásának szabályozói. Alkalmanként basáskodnak is a szelídebbeken. A tudományos közösségekben ezek a központi személyiségek, akiről a többiek elismerik, hogy ők a fontos ötletek személyes donorjai. A közösség új tagjának nem szükséges kibogoznia a kapcsolatrendszer bonyolult szálait. Egy pillantás a témaszédsági térképre megmutatja, hol található a keresztapák. Kutatásait így a közösség központjában tudja elkezdni, és legtermékenyebb ötleteit is innen kaphatja.

A térképek csak a fontosabb góccokat mutatják. Azokat, amelyek olyan kutatók körül alakultak ki, akiket mindenki ismer, és akik mindenki mást ismernek. Az "üres" háttér valójában kisebb közösségek, félreeső zugok, magukba húzó kutatók mozaikjának egyvelege. Ilyen a térképe a közvetlen témakörnyezetünknek.

A térkép állandó átalakulásban van. Az alapok nem szilárdak, hanem kavargó hullámmásban vannak. Ezt a vastagodó ötletreteget a kutatásfinanszírozó alapítványok igazgatói lélegzetvisszafojtva figyelik, hogy a tématerképen életjeleket találjanak. A szövedékréteg meg-megrándul, mintái örvénylenek. Talán egy nap, ha majd a tématerképezés fejlettebb lesz, mozgóképeket is lehet az ötletáramlásokról csináltatni, amint azok kolóniákba tömörülnek, majd időnként felszakadva mindent megfertőznek.

K. Kelly: *Information as a Communicable Disease*
CoEvolution Quarterly, 42 (1984) 98-103.
Nemes László fordítása nyomán

No slippage yet seen in strength of U.S. science

Handwringing seemed the order of the day with the appearance in early January of *Science: The End of the Frontier* a personal statement on the failing health of U.S. science by physicist Leon Lederman, Nobel laureate and President-Elect of the American Association for the Advancement of Science.

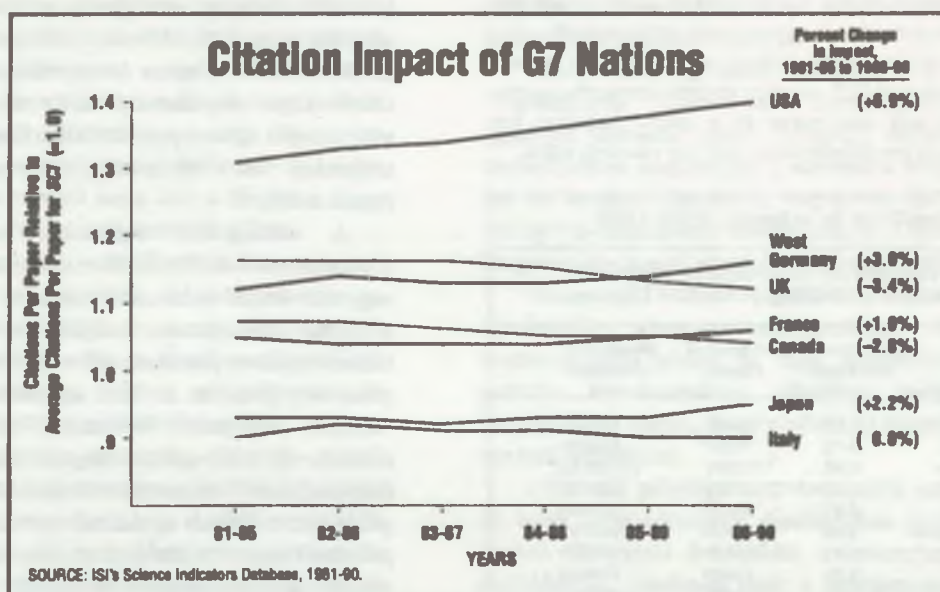
"American science shows signs of extreme stress," Lederman observed in his report. "Morale is declining, students are turning away from science, and American leadership in scientific research, as measured by published papers and Nobel prizes, is threatening to go the way of the automotive, tire, machine tool, and consumer electronics industries".

Lederman reached this grim assessment after studying the contents of 250 letters U.S. scientists sent him in response to a survey he devised to determine the prevailing

mood of the research community and, especially, its attitude toward current levels of funding.

While recognized that the U.S. federal government has been more generous to the scientific sector than to almost any other over the past decade, Lederman argued that support for science has just not kept pace with increasing costs of doing research or with the growing number of investigators. Lederman's prescription for what he sees as an ailing science enterprise is a doubling of federal funding for academic research.

Although U.S. researchers in some fields have recently felt the squeeze in funding for new grants and especially for new grants to young investigators, the performance of U.S. science, as measured by published papers, as yet shows no signs of slackening.



In fact, among the seven industrialized countries known as the Group of Seven (G7), the United States exhibited the greatest improvement in the citations-per-paper performance of its science papers during the 1980s. The citation impact of U.S. science rose 6.9% over the decade.

Hand-clapping – rather than hand-wringing – would seem a more appropriate response to this record.

The Federal Republic of Germany boosted its citation impact by 3.6% over the 1980s and attained the second best records among the G7 countries. Japan's impact rose 2.2%, and France showed an increase of 1.0%. Italy's citation impact remained unchanged.

It's bad news, however, for the U.K. and Canada. The citation impact of U.K. papers fell 3.4% over the 1980s. Canada lost ground, too, suffering a 2.8% decline. What U.K. and Canadian scientists have so long feared – an erosion in the impact of their research – seems to have set in.

For a more global view, *Science Watch* looked at national citation impact scores for all nations during the same period, 1981-90. The accompanying table lists the top

30 that published, on average, more than 1,000 scientific papers a year. U.S. science, once again, shows strength. Only Switzerland and Sweden achieved a higher average citations-per-paper performance than the United States.

That Swiss scientists consistently produce high-impact work is well known. Switzerland's average citation impact in science overtook that of the United States in the late 1970s (see *Science Watch*, sample issue, (Fall 1989), pp. 3-4). It should be remembered that papers from CERN, because they all carry at least one Geneva author address, are credited to Switzerland, and that these papers typically accumulate a large number of citations. Sweden's record of excellence, especially in the biological sciences, is also widely recognized. As mentioned in the last issue, however, there now appears to be a decline in Sweden's citation impact [1].

The record of Japan, which ranks fifteenth in the table and below the average in the time-series chart on page 1, requires some explanation. Among the journals ISI indexes in the *Science Citation Index*, Japanese scientists publish a disproportionately large number in the physical, chemical,

and applied sciences [2]. In general, papers in these fields tend to exhibit lower average rates of citation than those in the biological sciences. Therefore, Japan's performance in terms of absolute citation impact is somewhat dampened. Such skewing is not significant, however, in comparisons of the citation impact of nations such as the United States, the United Kingdom, and Canada, all of which conduct well diversified programs of research.

Thus, citation data of the last decade indicate that the performance of U.S. science has been healthy, even robust.

To that, Lederman would doubtless say, as he does in his report, that "the full effects of the impoverishment of basic research will not be felt next year or the year after. We have been living on our accumulated scientific capital for a while, and we will probably be able to do so for a while longer. But if we persist on this course, we can expect to see America's position in the world gradually weaken".

Indeed, while the historical nature of citations makes them more of a lagging than a leading indicator, what can be stated with confidence from these data is that as yet no slippage in the strength of U.S. science can be detected.

Rather, the citation data reflect a strong and steady increase in the impact of U.S. science papers through-out the 1980s. These data will also serve as a useful baseline for testing Lederman's grave prediction over the coming years.

| World standings in science, 1981-1990 | | | | |
|--|----------------|--------------------------|------------------|---------------------|
| Nations Ranked by Citations per Paper among Those Publishing > 10,000 Papers | | | | |
| Rank | Nation | Mean Citations Per Paper | Number of Papers | Number of Citations |
| 1 | Switzerland | 7.33 | 66189 | 484935 |
| 2 | Sweden | 6.72 | 76267 | 512239 |
| 3 | United States | 6.65 | 1763391 | 11720453 |
| 4 | Denmark | 6.22 | 38625 | 240362 |
| 5 | Netherlands | 6.01 | 85479 | 513688 |
| 6 | United Kingdom | 5.62 | 412510 | 2318115 |
| 7 | FR Germany | 5.47 | 267878 | 1465239 |
| 8 | Belgium | 5.38 | 42608 | 229408 |
| 9 | Australia | 5.36 | 91341 | 489905 |
| 10 | Canada | 5.31 | 193141 | 1025912 |
| 11 | Israel | 5.19 | 49090 | 254567 |
| 12 | France | 5.05 | 220983 | 1115288 |
| 13 | Finland | 4.97 | 27961 | 139103 |
| 14 | Norway | 4.85 | 23076 | 112004 |
| 15 | Japan | 4.42 | 301641 | 1333334 |
| 16 | Italy | 4.26 | 112313 | 478765 |
| 17 | New Zealand | 4.23 | 18617 | 78794 |
| 18 | Austria | 3.79 | 25836 | 97902 |
| 19 | Ireland | 3.94 | 12874 | 50780 |
| 20 | Hungary | 3.32 | 21072 | 69951 |
| 21 | Spain | 3.17 | 42907 | 135825 |
| 22 | Poland | 2.93 | 35886 | 105307 |
| 23 | Greece | 2.92 | 11165 | 32558 |
| 24 | South Africa | 2.84 | 23978 | 67990 |
| 25 | Yugoslavia | 2.61 | 11965 | 31265 |
| 26 | German DR | 2.58 | 32791 | 84683 |
| 27 | Brazil | 2.51 | 20037 | 50200 |
| 28 | Czechoslovakia | 2.38 | 26764 | 63779 |
| 29 | Argentina | 2.36 | 15490 | 36624 |
| 30 | Chile | 2.19 | 10141 | 22168 |

SOURCE: ISI's Science Indicators Database, 1981-90.

Science Watch 2(1) (1991) 1-2

[1] Science Watch, 1(11) (1990) 7-8

[2] Science Watch, 1(5) (1990) 7

A Science Citation Index CD-ROM-on, avagy a világ legnagyobb szakértő rendszere?

Az Institute for Scientific Information Science Citation Indexe ma már CD-ROM-on is hozzáférhető. Ez az index többek között abban különbözik a nyomtatott változattól, hogy itt a tudományos folyóiratok cikkei mind együttidézési kapcsolatba (co-citation coupling), mind bibliográfiai kapcsolatba (bibliographic coupling) is hozhatók egymással.

Az adatbázisban található publikációk idézettségük alapján kapcsolatba hozhatók egymással, így azon közleményeken keresztül is, melyek a szóbanforgó cikkeket együtt idézték. Két vagy több közlemény együttidézési kapcsolata annál szorosabb, minél többször idézik ezeket együtt más közlemények. Az együttidézés a jelenben történik, az idézett közlemények viszont a múltban jelentek meg. Az együttidézési módszer alkalmazásával együttidézési klaszterek állíthatók elő, melyek de facto a tudomány "feltérképezését" jelentik. Ezek a rendszerek a kutatási frontterületeket jelenítik meg az illető tématerület sokat idézett, összetartozó publikációiból és azon közleményekből, amelyek a sokat idézett közleményeket idézik. Ez az elemzési módszer tehát, mely a sokat idézett publikációkat használja fel, elsősorban a tudomány "forró" tématerületeinek automatikus feltérképezésében játszik szerepet.

A bibliográfiai kapcsolat ezzel szemben olyan közlemények között jön létre, melyek irodalomjegyzéke egy vagy több közös hivatkozást tartalmaz. A kapcsolat erősségére a közös hivatkozások számaránya utalhat. Itt a vizsgált közlemények a jelenkoriak, a hivatkozások viszont a múlt munkáit képviselik. Az ilyen kapcsolatban álló publikációkat "related papernek", formailag rokon közleményeknek nevezik. A bibliográfiai kapcsolatelemzés a témafigyelés hagyományos módszereit azokkal a lehetőségekkel gazdagítja, melyeket az "idézés nyelve" kínál és egy nagyon is jelenkori információs közegből választja ki mindazokat a rokon közleményeket, amelyek "párosával" a közös hivatkozás ismérével rendelkeznek.

A szerző ezért a CD-ROM-on megjelent Science Citation Indexet a világ legnagyobb, kereskedelmi forgalomban kapható szakértő rendszerének tekinti, mely abban különbözik a szokványos szakértő rendszerektől, hogy felállításában nem kevesen, vagyis nem néhány "knowledge engineer" vagy kognitológus vesz részt, hanem maguk a közlemények szerzői. Egy publikáció elkészítése, így a hozzátartozó irodalomjegyzéké is, jellegzetesen szakértői tejesítmény, melyet a kutató helyett sem egy automatizált rendszer, de még egy "knowledge engineer" sem végezhet el. Maga a kutató bocsátja további felhasználásra, azaz a szakértő rendszer rendelkezésére a szükséges ismereteket az oly sok tisztázatlan, megmérhetetlen hordozó idézéseken keresztül.

Manfred Bonitz: *SCI auf CD-ROM, oder das größte Expertensystem der Welt? Informatik*, 37(1) (1990) 37-40 (rövid kivonat)

Teljes magyar fordítás: *Tudományos és Műszaki Tájékoztató*, 37(12) (1990) 520-523

A hegymászás két módja: tanmese a tudományszervezésről

Tegyük fel, hogy valaki egy hegység tövében, egy kis városban él és minden vágya hegymászonak lenni. Az egyik lehetősége erre a következő.

Lábára húz valami kimustrált tornacipőt és felgyalogol a legközelebbi dombra. Mire felér, bizony liheg egy kissé, de a következő alkalommal már kevésbé, majd pedig egyre könnyebben és gyorsabban ér fel.

Következő lépésként szerez egy hálózást, felölt egy erősebb cipőt, és megpróbálkozik a legközelebbi közép-magas hegyvel. Mikor – egy pár próbálkozás után – ez is jól megy, egy sátrat is beszeres, és megpróbálja az éjszakát fent tölteni. Ezenközben pedig talán tanácsokat is kap néhány alpinista barátjától, akik már csináltak ilyesmit. Rövidesen egészen ügyes és magabiztos lesz, elhatározza, hogy megpróbálkozik a sziklamászókötéllel, és néhány tapasztaltabb barát társaságában – akik készséggel kölcsönöznek kötelet és szegestálpú cipőt – nekifog egy gleccser megmászásának.

Végül már ennél nagyobb technikai próbatételekkel is sikerrel szembenéz, és természetesen az egész folyamat során bárki érdeklődjön is, lelkesedéssel meséli el, hogy milyen magasra mászott, hány kilométert tett meg és milyen lehetetlen sziklafalakat sikerült meghódítania. Az egész igyekezet során sohasem téveszti szem elől a fő célt, a hegycsúcsok meghódítását, a tökéletes alpinistává válást.

Van azonban a dolognak egy másik módja is.

Először is az ember alpinista kézikönyveket vesz, amelyek nagy részletességgel írják le az expedíciószervezés technikáját. Majd kapcsolatba lép az Általános Expedíciós Szafari és Alpinista Szervezettel, előfizet a folyóiratukra és postailag kézhez kapja túrafelszerelési útmutatóikat.

Ezután sarkvidéki sátrakat szerez be, Himalája mászó felszerelést, jégcsákányt, ultramodern szárítva-fagyasztott táplálékot és expedíciós hegymászócipőt. A jövő expedíciók céljaira bonyolult terveket sző, melyekben szerep jut koordinátoroknak, tolmácsoknak, utánpótlási szervezeteknek és pontos menetrendnek. Sőt, a tevékenységek összefogására irodát is felállít a következő vonzó néven: Alpesi Csúcsok Meghódításának Központja (vagy így: Világméretű Alpinista Centrumok Al-Központja, rövid: VACAK). Természetesen eközben emberünknek már nem jut ideje, hogy akárcsak a legközelebbi dombocskára is felugorjon. Viszont, ha érdeklődnek, elbüszkélkedhet csillogó, új berendezéscivel és szorgos Központjával, felajzó beszédekkel tarthat a hegymászás fontosságáról, sőt új alpinista cuccát még meg is sétáltathatja az utcán egy kicsit.

Nevetséges? Igen, ebben az összefüggésben az, de ha ezt a kétféle módszert most egy más, talán kevésbé ismerős területre vetítjük, akkor nyilvánvalóan nem is olyan nevetséges.

Tegyük fel, hogy valaki új tudományt és technológiát akar meghonosítani egy olyan országban, ahol gyakorlatilag ezek még nem léteznek. Ismét csak két út áll nyitva.

Az egyik, hogy a kevés rendelkezésre álló kutatót és mérnököt olyan feltételek közé helyezi, melyben képességeiket és energiáikat jól hasznosíthatják. Egy idő múltán ez a bázis kiszélesedik, sokoldalúbbá válik, szakmai orientációi kialakulnak és megszilárdulnak, befolyása megnő az ország egyéb területein is.

Ahogy a létező berendezéseket, készülékeket a kutatómunka haladása nyilvánvalóan elavulttá teszi, új berendezések beszerzésére kerül sor. Végül a kutatótársadalom elég nagyvá válik ahhoz, hogy valamiféle szilárdabb adminisztratív szervezetre legyen szüksége. Ezt az igényeknek megfelelő minimális szinten létre is hozzák.

Közösségüket erősítendő a hazai és külföldi kollégákkal való kapcsolatokat minél inkább kiépitik. Mindezen idő alatt a fejlődés indikátoraként felhasználják a kutatógárda egyre szaporodó produktumait; a hagyományos közleményeket, jelentéseket, szabadalmakat, gyártási eljárásokhoz való különféle hozzájárulásokat, stb.

Van azonban egy másik lehetőség is. Ennek első lépése a "Tudományos Összesített Keretintézet Fejlesztésének Egységes Javaslata" (rövid: TÖKFEJ) összeállítás, amelynek elemei között megtaláljuk a szervezési sémákat, célkitűzéseket és utasításhalmazokat. Impozáns épületeket emelnek, csillogó új műszereket vásárolnak, és a kutatás eme nemzeti központjaiba buzgó adminisztrátorokat helyeznek el.

Nemzetközi szervezetekhez csatlakoznak, és a bürokratákat olyan tudománypolitikai tárgyú nemzetközi konferenciákra küldik ki, ahol megtanulhatják a kutatási politika létrehozásához alkalmas Delphi-módszert, és megegyeznek abban, hogy további új nemzetközi szervezeteket kell létrehozni.

A kutatási pénzügyi alapokat annak megfelelően osztják el, hogy a projektcímek összhangban vannak-e a TÖKFEJ tervvel. Ha valaki érdeklődik a tudomány és technológia fejlődéséről, gondosan csak a befektetésekről szólnak; az épületek számáról, az adminisztratív testületekről, a berendezés-parkról, és esetleg a tudományban és technológiában minősített nyert emberek számáról (színvonaluktól eltekintve).

Arról, hogy vajon ezen formalisztikus, költséges és időrabló manipulációk közepette létrejön vagy hasznosítható-e tudomány és technológia, nos ezzel a kérdéssel nem foglalkoznak.

Manapság ez a másodikként említett út túlságosan is elterjedt, emiatt azután a tudomány és technológia fejlesztési és hasznosítási célkitűzései sok helyütt csorbát szenvednek.

M. J. Moravcsik: How To Grow Science, Universe Books, New York, 1980, 188. old.

Tudományometriai és társadalmi-gazdasági mutatószámok. Korrelációs-regressziós összefüggések 51 országra (1978-1980)

Három-három tudományometriai és társadalmi-gazdasági mutatószám közötti keresztkapcsolatokat mutatjuk be arra az 51 országra, amelyek az 1978-1980 időszakban legalább 300 első szerzős cikket közöltek a *Science Citation Index* által referált folyóiratokban.

A tudományometriai mutatószámok (PUB: a publikációk száma/fő; EXP: várható idézettség; REL: relatív idézettség) definíciója, ill. pontos értékei korábbi publikációinkban [1,2] találhatóak meg.

A felhasznált társadalmi-gazdasági mutatószámok: népesség (POP) [3], bruttó nemzeti termék/fő (GNP) [3], energiafogyasztás/fő (ENE) [3], távbeszélőállomások száma/fő (TEL) [4].

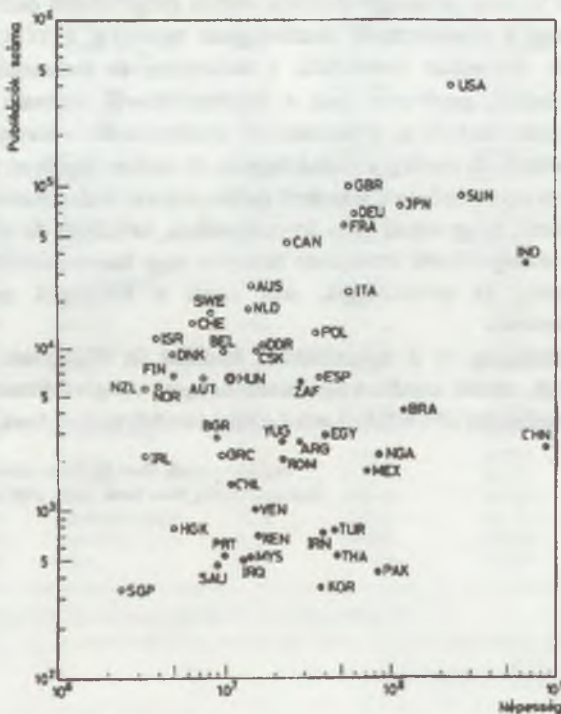
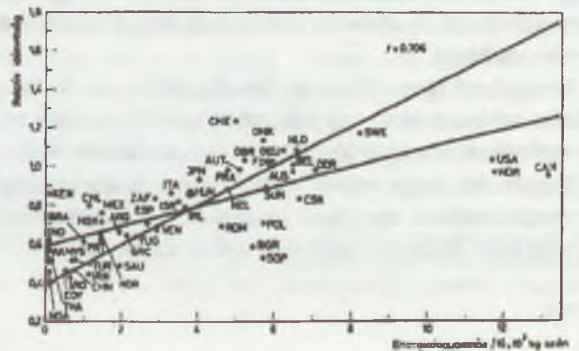
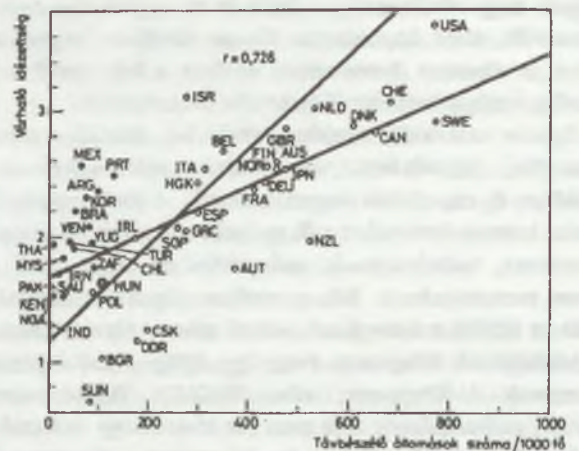
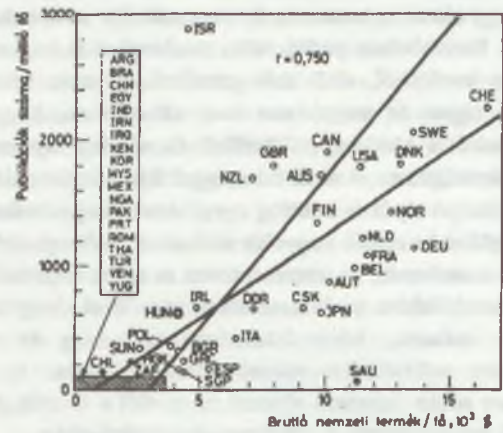
A regressziós diagrammokon az országokat az ISO szabvány szerinti háromkarakteres rövidítésükkel jelöltük [2].

Érdekes módon a társadalmi-gazdasági mutatószámok közül a *távbeszélőkészülékek száma* mutatja a legerősebb korrelációt a tudományometriai mutatószámokkal. Ez is felhívja a figyelmet az *infrastrukturális környezet* alapvető fontosságára a tudományos kutatás mennyiségében és minőségében.

Braun Tibor, Schubert András, MTA

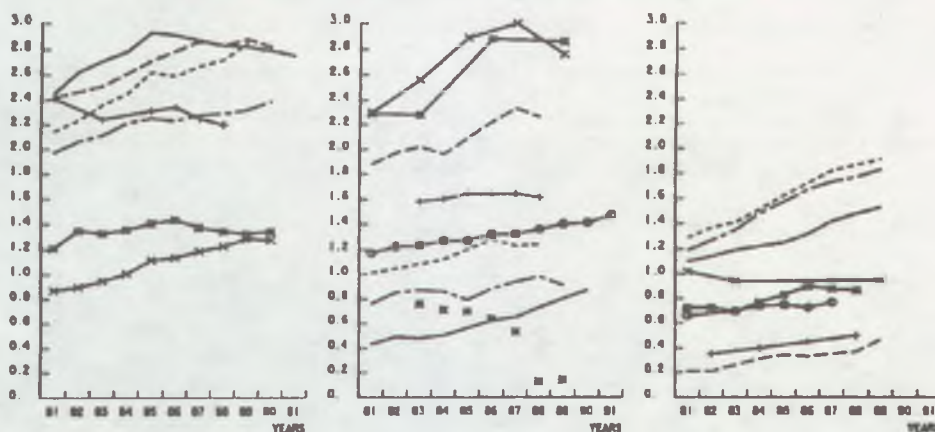
- [1] One more version of the facts and figures on publication output and relative citation impact of 107 countries, 1978-1980, *Scientometrics*, 11 (1987) 9 and 11 (1987) 127
- [2] Scientometric versus socio-economic indicators. Scatter plots for 51 countries, 1978-1980, *Scientometrics*, 13(1-2) (1988) 3-9
- [3] *World Bank: World Development Report, 1982*, Oxford University Press, 1982.
- [4] *The World's Telephones. A Statistical Compilation as of January 1981*, AT&T Long Lines, Morris Plains, NJ, USA, 1982.

| Korrelációs együtthatók: | | | |
|--------------------------|------|------|------|
| | PUB | EXP | REL |
| GNP | 0.75 | 0.59 | 0.81 |
| ENE | 0.69 | 0.43 | 0.71 |
| TEL | 0.84 | 0.73 | 0.82 |

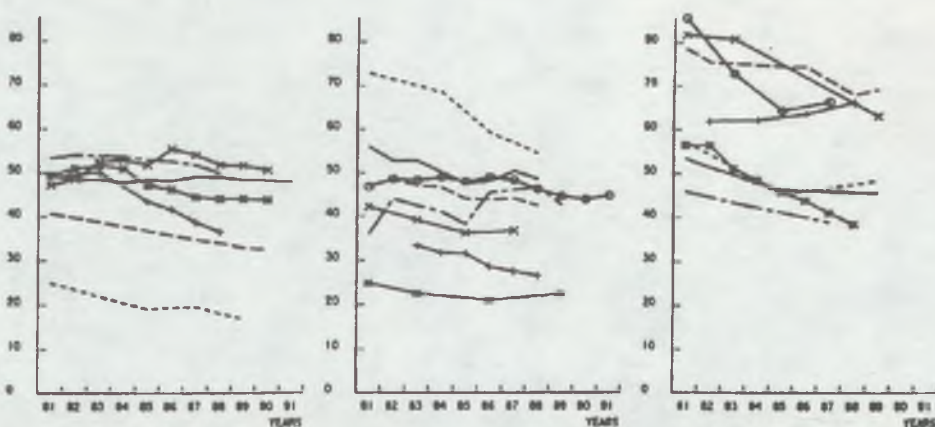


OECD Research and Development Indicators. Expenditures on R&D

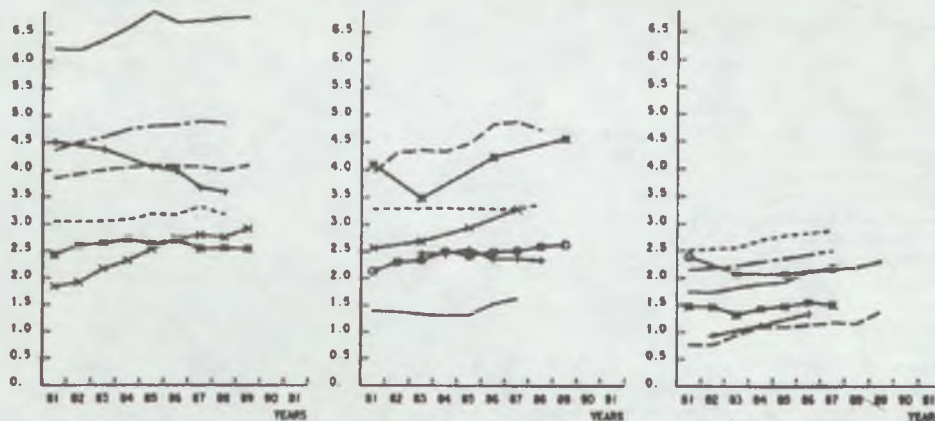
GROSS DOMESTIC EXPENDITURE ON R&D AS A PERCENTAGE OF GDP



PERCENTAGE OF GROSS DOMESTIC EXPENDITURE ON R&D FINANCED BY GOVERNMENT



GOVERNMENT-FINANCED R&D AS A PERCENTAGE OF TOTAL GOVERNMENT EXPENDITURE



MAJOR ECONOMIES

— UNITED STATES
 - - - JAPAN
 . . . GERMANY
 - . - . FRANCE
 - - - UNITED KINGDOM
 - - - ITALY
 - - - CANADA

MEDIUM ECONOMIES

— SPAIN
 . . . TURKEY
 - - - AUSTRALIA
 - . - . NETHERLANDS
 - - - YUGOSLAVIA
 - - - BELGIUM
 - - - SWEDEN
 - . . . SWITZERLAND
 - - - AUSTRIA

SMALL ECONOMIES

— DENMARK
 - - - NORWAY
 . . . GREECE
 - . - . FINLAND
 - - - PORTUGAL
 - - - NEW ZEALAND
 - - - IRELAND
 - . . . ICELAND

Source: OECD, STIID Data Base, August 1991

OECD Research and Development Indicators Expenditures on R&D

Source: Data base of the OECD Scientific, Technological and Industrial Indicators Division, STI, January 1991.

OECD Statistics on the Member Countries in Figures, Supplement to the OECD Observer No. 170, OECD, Paris, 1991.

1986 figures unless otherwise specified; some national or OECD estimates.

| Country | A GERD (M\$) | B GERD (%GDP) | C GERD (%Govt.) | D GERD (%Ind.) | E GERD (\$per cap.) | F BERD (M\$) | G BERD (%GERD) | H BERD (%dom.pr.) | I BERD (%Ind.) | J BERD (%Govt.) | K HERD (M\$) | L HERD (%GERD) | M HERD (%GDP) | N GBARD (M\$) | O GBARD (%Def.) | P GBARD (%GDP) |
|-------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Australia | 2931.1 | 1.24 | 54.6 | 41.1 | 177.0 | 1217.0 | 41.5 | 0.54 | 93.6 | 3.7 | 753.8 | 25.7 | 0.32 | 1578.2 ^c | 9.0 ^c | 0.63 ^c |
| Austria | 1255.3 | 1.32 | 47.5 | 49.8 | 165.0 | 566.8 ^c | 54.8 ^c | 0.92 ^c | 87.9 ^c | 7.9 ^c | 360.9 ^c | 34.9 ^c | 0.44 ^c | 564.4 ^c | 0.1 ^c | 0.55 ^c |
| Belgium | 2060.1 ^a | 1.61 ^a | 26.7 ^a | 71.6 ^b | 209.0 ^a | 1515.3 | 73.6 | 1.34 | 94.8 ^b | 4.7 ^a | 374.1 ^a | 18.2 ^a | 0.29 ^a | 789.2 | 0.6 | 0.57 |
| Canada | 6455.6 | 1.35 | 44.0 | 41.8 | 249.0 | 3598.7 | 55.7 | 1.08 ^f | 70.3 | 11.2 | 1506.9 | 23.3 | 0.32 | 2810.7 ^c | 7.9 ^c | 0.55 ^c |
| Denmark | 971.5 ^g | 1.43 ^g | 45.9 ^g | 48.7 ^g | 190.0 ^g | 540.5 ^g | 55.6 ^g | 1.24 ^g | 85.9 ^g | 11.8 ^g | 232.0 ^g | 23.9 ^g | 0.34 ^g | 597.5 | 0.4 | 0.81 |
| Finland | 1200.9 | 1.76 | 38.9 ^g | 58.8 ^g | 243.0 | 718.0 | 59.8 | 1.50 | 94.8 ^g | 4.6 ^g | 247.8 | 20.6 | 0.36 | 556.8 | 1.6 | 0.75 |
| France | 17511.6 | 2.29 | 49.9 | 43.3 | 313.0 | 10413.3 | 59.5 | 1.82 | 69.9 | 20.8 | 2583.5 | 14.8 | 0.34 | 11315.3 | 37.0 | 1.37 |
| Germany | 24578.3 | 2.83 | 33.9 | 64.1 | 400.0 | 17792.6 | 72.4 | 2.57 | 86.9 | 11.3 | 3542.9 | 14.4 | 0.41 | 9867.0 | 12.8 | 1.06 |
| Greece | 251.7 | 0.37 | 67.9 | 23.6 | 25.0 | 70.9 | 28.2 | 0.12 ^f | 79.4 | 11.3 | 60.9 | 24.2 | 0.09 | 234.1 | 2.0 | 0.32 |
| Iceland | 29.7 ^g | 0.77 ^g | 66.3 ^g | 31.2 ^g | 121.0 ^g | 4.8 ^g | 16.1 ^g | 0.19 ^g | 69.7 ^g | 27.7 ^g | 7.8 ^g | 26.4 ^g | 0.20 ^g | 18.5 ^f | 0.0 ^f | 0.53 ^f |
| Ireland | 250.7 | 0.87 | 38.4 | 51.3 | 71.0 | 142.3 | 56.8 | 0.67 ^g | 85.5 | 9.1 | 50.0 | 19.9 | 0.17 | 126.0 | 0.0 | 0.40 |
| Italy | 9164.2 | 1.23 | 51.8 | 43.9 | 160.0 | 5298.9 | 57.8 | 0.88 | 74.5 | 18.9 | 1863.0 | 20.3 | 0.25 | 5892.8 | 10.3 | 0.74 |
| Japan | 50987.2 ^b | 2.91 ^b | 19.9 | 70.5 | 416.0 ^b | 34635.6 ^b | 67.9 ^b | 2.21 ^b | 98.3 | 1.5 | 9662.8 ^b | 19.0 ^b | 0.55 ^b | 8929.9 ^d | 5.1 ^d | 0.47 ^d |
| Luxembourg | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Netherlands | 4259.1 | 2.26 | 42.7 | 53.4 | 289.0 | 2556.8 | 60.0 | 1.72 | 83.7 | 13.2 | 882.2 | 20.7 | 0.47 | 1915.7 | 3.2 | 0.93 |
| New Zealand | | | | | | | | | | | 59.2 ^c | | 0.18 ^c | 172.0 ^j | 2.5 ^j | 0.42 ^j |
| Norway | 1350.3 ⁱ | 1.91 ⁱ | 48.3 ⁱ | 47.5 ⁱ | 319.0 ⁱ | 821.4 ⁱ | 60.8 ⁱ | 1.55 ^g | 74.0 ⁱ | 21.9 ⁱ | 292.6 ⁱ | 21.7 ⁱ | 0.41 ⁱ | 718.0 | 6.8 | 1.02 |
| Portugal | 328.2 | 0.50 | 66.1 | 27.4 | 32.0 | 80.7 | 24.6 | 0.15 ^f | 95.5 | 2.5 | 111.5 | 34.0 | 0.17 | 256.7 | 0.0 | 0.36 |
| Spain | 2432.5 | 0.67 | 48.5 ^g | 48.8 ^g | 62.0 | 1412.3 | 58.1 | 0.45 | 83.6 ^g | 13.8 ^g | 389.4 | 16.0 | 0.11 | 1976.6 | 19.1 | 0.50 |
| Sweden | 3756.1 ^{ai} | 2.84 ^{ai} | 36.9 ^g | 60.0 ^g | 442.0 ^{ai} | 2522.1 ⁱ | 67.1 ⁱ | 3.01 ^g | 87.0 ^g | 11.2 ^g | 1082.5 ⁱ | 28.8 ^{ai} | 0.82 ⁱ | 1527.1 ^h | 24.1 ^h | 1.23 ^h |
| Switzerland | 2857.5 ^f | 2.88 ^f | 21.1 ^f | 78.9 ^f | 435.0 ^f | 2219.2 ^f | 77.7 ^f | | 98.2 ^f | 1.8 ^f | 366.6 ^f | 12.8 ^f | 0.37 ^f | 424.3 ^{ch} | 17.1 ^{fc} | 0.38 ^{ch} |
| Turkey | 298.8 | 0.13 | | | 6.0 | 27.6 | 9.2 | 0.01 | | | 174.4 | 58.4 | 0.07 | | | |
| U.K. | 17042.4 | 2.20 | 36.5 | 51.4 | 299.0 | 11348.1 | 66.6 | 2.15 ^g | 71.4 | 16.5 | 2565.4 | 15.1 | 0.33 | 7760.5 | 45.5 | 0.94 |
| U.S. | 137816.0 | 2.86 | 48.8 | 49.2 | 560.0 | 99422.0 | 72.1 | 2.40 ^g | 66.8 | 33.2 | 20218.0 | 14.7 | 0.42 | 62115.0 ^c | 65.4 ^c | 1.20 ^c |
| Yugoslavia | 1215.3 | 0.98 | 47.0 | 51.8 | 52.0 | 659.6 | 54.3 | 0.58 | 75.3 | 23.6 | 232.9 | 19.2 | 0.19 | | | |
| OECD Median | | 1.50 | 47.0 | 49.3 | 200.0 | | 58.0 | 1.50 | 83.8 | 11.5 | | 20.8 | 0.25 | | 6.0 | 0.75 |

Column headings: GERD: Gross Domestic Expenditure on R&D
A: million current PPP \$ (conversion to \$ using Purchasing Power Parities)
B: % of GDP
C: % financed by Government
D: % financed by Industry
E: per capita current PPP \$ (c.f. A)
BERD: Business Enterprise Sector Expenditure on R&D
F: million current PPP \$ (conversion to \$ using Purchasing Power Parities)
G: % of GERD
H: % of domestic product industry
I: % financed by Industry
J: % financed by Government
HERD: Higher Education Sector Expenditure on R&D
K: million current PPP \$ (conversion to \$ using Purchasing Power Parities)
L: % of GERD
M: % of GDP
GBARD: Government Budget Appropriations for R&D
N: million current PPP \$ (conversion to \$ using Purchasing Power Parities)
O: % of which Defence R&D
P: % of GDP

Notes:
a underestimated
b overestimated
c Federal Government only
d OECD estimate; excludes local government and social sciences and humanities
e 1985
f 1986
g 1987
h 1988
i 1989
j 1990