

A tudományos magyarázat

Tudományfilozófia, 2007.03.08

A tudomány céljai

A tudományt sokféle céllal fel lehet ruházni:

- Kontrollt biztosítson a természet felett
 - Javítsa az életfeltételeinket: technológiai innovációk alapját képezi
 - Növelje az állam hatalmát (hadászati, gazdasági stb. célú kutatások)
 - Előrejelzéseket tegyen a jövőre (időjárás, természeti katasztrófák, stb.)
- A „tiszta megismerés”: *megértsük és megmagyarázzuk a világot*

Megértés és magyarázat

- A megértés inkább „belső állapotokhoz” kapcsolódik: „aha-élmény”
„Végre megértettem a relativitáselméletet”
- A magyarázat inkább érvelésekhez kötődik: meg tudom indokolni, *miért* van úgy
„Tanár úr, meg tudom magyarázni...”
- Meg lehet-e magyarázni valamit anélkül, hogy értenénk, illetve lehet-e érteni valamit, amit nem tudunk megmagyarázni?
- Lehet-e szempont annak eldöntéséhez, hogy valami jó magyarázat-e az, hogy én (vagy más) (nem) értem?

A két tudomány modell

(Dilthey, Weber, Rickert, Windelband, stb.)

- A természettudományok *nomothetikusak*: szabályosan ismétlődő eseményeket rendelnek általános törvények alá
→ magyarázó jelleg: törvényre hivatkozás
- A humán tudományok *ideographikusak*: egyedi és egyszeri események leírását nyújtják a maguk esetlegességében
→ megértő jelleg: kontextuális értelmezés

Az átfogó törvény modell

(*covering law*, Carl G. Hempel)

- Miért emelkedik a hőmérő higanyszála?
 - Mert melegszik az idő → egyedi esemény egyedi feltétele
 - Mert a fémek hőre tágulnak → általános törvény
- Miért esnek le a testek a környezetünkben?
 - Mert gravitációs erő hat rájuk → általános eseménytípus speciális feltétele (földi környezet)
 - Mert amire erő hat, az elkezd gyorsulni → egyetemes törvény

Deduktív-nomologikus magyarázat

T_1, T_2, \dots, T_n	törvények	}	<i>explanans</i>
F_1, F_2, \dots, F_m	feltételek		(magyarázó)
E	esemény	→	<i>explanandum</i> (magyarázandó)

- Deduktív: a magyarázat egyben egy logikailag korrek következtetés
(Minden fém hőre tágul. A higanyszál fém. A higanynal hőt közlünk. Tehát a higanyszál tágul.)
- Nomologikus: törvény alá rendel
- (Hempel: ez *minden* tudományos magyarázatra áll)

Kitérő 1: magyarázat és előrejelzés szimmetriája...

- Ezzel a sémával nemcsak magyarázni lehet, hanem jövőbeli eseményeket előrejelezni:
 - Minden romlott étel beteggé tesz.
Gábor romlott pacalt eszik.
Gábor meg fog betegedni.
- A séma azonos, a különbség időbeli: a magyarázat már megtörtént eseményekre, az előrejelzés jövőbeliekre vonatkozik

... és ami a múlt órából kimaradt

A szigorú igazolás lehetetlen, de vannak meggyőző esetek:

- Előrejelzés.
Pl. Ha Kepler elmélete pontosabban előrejelzi a bolygók helyzetét, mint Ptolemaioszé, akkor valószínűleg igaz.
Vagy: Neptunusz felfedezése.
- Nem várt következmények beigazolódása.
Pl. A Dirac-egyenlet és a pozitron felfedezése
- „Együttes megerősítés”, egyesítés.
Pl. Kepler elméletét le lehet vezetni abból a newtoni mechanikából, amiből a szabadesés törvényét, az árapály magyarázatát. stb. is le lehet vezetni.

- Vegyes igazolás
kísérleti trv₁
kísérleti trv₂ → Elmélet → Kísérleti trv_n
kísérleti trv₃
→ egy korábban nem ismert kísérleti törvény egyezése a tapasztalatokkal megerősíti az elméletet
- Mindezek gyakorlati szempontból megerősítik az elméletet, *robosztus* lesz
⇔ ez logikai értelemben nem konkluzív (nem lesz bebizonyítva), de praktikus értelemben kevés okunk lesz kételkedni benne
- A magyarázó/előrejelző erő döntő az elfogadás szempontjából

Kitérő 2: A törvény fogalma

- Valamiféle szükségszerű és általános kapcsolatok a természetben (illetve ezek nyelvi kifejezése)
- Miért pont „törvény”? Legalább két dolog sántít:
 - törvényhozó? Hiszen a törvény konvenció, amit valaki valamikor meghozott
 - törvény betartója? A törvény konvenció, amit szabad akarat alapján tartunk be - vagy nem tartunk be: törvénszegés???
- Mennyire természetes így gondolni a természetre?

A fogalom gyökerei 1.: a Biblia

- zsidó vallás: Isten mint törvényhozó
- ezen a területen korábban: Gilgames-eposz: Marduk napisten a csillagok törvényhozója
- Isten kb. 10 helyen ad parancsot a természeti létezőknek, hogy megfékezze őket, pl:
„Mikor felveté a tengernek határait, hogy a vizek át ne hágják az ő parancsolatját...” (Példabeszédek 8,29)
- *chok*: 1. határ (→terminus); 2. törvény (→lex)

A fogalom gyökerei 2.: a görögök

- klasszikus görögség: bár a tudományos vállalkozás létrejön, nincs „törvény”-fogalmuk (elvek, tételek)
 - *nomosz*: törvény mint az ember társas viselkedésének elve → konvenció
 - *logosz*: a világ szükségszerű, ésszerű elrendeződése
- kései görögség, sztoicizmus: az isteni elrendezésben való hit a kettőt összemosza: „A logosz a természet nomosza” (Khrüszipposz), de nem foglalkoznak a logosz rendjének feltárásával (kivéve pl.: „asztronómia”)

A fogalom gyökerei 3.: Corpus Iuris

- Római Birodalom terjeszkedése, „kozmpolitizmus”:
elkülönül a helyi szokások és konvenciók által meghatározott *pozitív jog* a minden népre egyetemesen érvényes *természetjogtól*. (kb 3. sz)
- Corpus Iuris (6. sz): „A természetjog az, amit a természet tanít meg minden élőlénynek, s ez nemcsak az emberi nem sajátja, hanem közös minden állatra is... Ebből ered férfi és nő egyesülése, amit házasságnak nevezünk, s vele a gyermekek nemzése és gondozása, és valóban azt találjuk, hogy minden állatra, még az igen vad állatokra is jellemző ennek a törvénynek az ismerete.”

A fogalom gyökerei 4.: kereszténység

- természetjog = sztoikus harmónia = Isten parancsa = keresztény erkölcsiség
- ha valaki v. valami megszegi (mert megszeghető!), büntetni kell, pl.:
 - embereket megtámadó állatok (disznók kivégzése)
 - rovarok és madarak megátkozása pestis idején
 - természetellenesen viselkedő állatok elleni perek
pl. 1474, Bazel: egy tojást rakó kakast máglyára küldenek

A modern fogalom kialakulása

- A „természeti törvény” modern értelemben kb. egyidős a modern tudománnyal: 17. sz.
- „Az olyan dolgok, melyek nélkülözik az észet, sem a törvényre, sem az engedelmesésre nem képesek. Ezeknél az isteni hatalom működése és a természet szükségszerűsége csak metaforikusan nevezetik törvénynek.”
(Suarez, *Tractatus de Legibus*, 1612)
- Mégis: ekkor virágoznak az abszolutista államok
→ a természetet egy olyan ideális államhoz hasonlítják, ahol Isten az abszolút hatalmú törvényhozó:
innentől kezdve egy **metaforaként** szerepel

A fogalom legfőbb modern forrásai

- René Descartes:
„... felfedeztem néhány törvényt, amelyeket Isten olyanképpen állapított meg a természetben, amelyeknek olyan fogalmait véste lelkünkbe, hogy kellő megfontolás után nem tarthatjuk kétségesnek pontos érvényesülésüket mindabban, ami van vagy történik a világban.” (*Értekezés a módszerről*, V.)
Pl. a mechanikai ütközés „törvényei”
- Isaac Newton
a törvények matematikai összefüggésekként törvények, nem „metafizikailag” (lásd gravitáció törvénye) → matematika és törvény házassága

Mennyire természetes a fogalom?

- „Egy misszionárius elbeszélése szerint a kínai ateisták nem fogékonyabbak a Gondviselés iránt sem, mint a Teremtés iránt. Amikor azt tanítjuk nekik, hogy Isten, aki a semmiből megteremtette a világegyetemet, végtelen bölcsességéhez méltó egyetemes törvényekkel kormányozza azt, amelyeknek minden teremtmény bámulatra méltó szabályossággal engedelmeskedik, akkor azt válaszolják, hogy ezek fennkölt hangzó szavak, amelyekhez azonban ők semmiféle elképzelést nem tudnak kapcsolni...” (d’Argens, 1737)

A törvény a tudományfilozófiában

A logikai forma fontos: $\forall x(A(x) \supset B(x))$

- „Minden fém hőre tágul”
- „ \supset ”: ha-akkor szerkezetű (*ha* valami fém *és* hőt közlünk vele, *akkor* tágul)
- *A*: feltétel(ek): fémből van, hőt kap
- *B*: a feltételek teljesülése esetén jelentkező tulajdonság (tágulás)
- „ \forall ”: egyetemes érvényesség: minden, a feltételek által körülhatárolt dologra teljesül
↔ ez pontosan mit is jelent?

Az általánosság szintjei

- Ez vajon törvény jellegű?
„Mindenki a teremben fiatalabb 50 évesnél”
Pedig úgy néz ki, mint az előbbi mondat!
- Nem potenciálisan végtelen dologra vonatkozik (minden fémtárgy: akármennyi lehet; mindenki a teremben: egy konkrét szituáció)
- Konkrét objektumra való hivatkozást tartalmaz (éppen ez a terem), korlátolt
- Legalábbis az alaptörvényeknek korlátlanok kell lenni, a kevésbé általánosoknak nem

De tényleg olyan jó az átfogó törvény modell?

- Cél kielégítő oksági magyarázatot adni
 - Az előfeltevések a fedőtörvényekkel együtt szerepelnek
 - A statisztikus magyarázatokra nemigen működik – a magyarázat/előrejelzés szimmetria sérül
 - A magyarázatoknak különböző szintjei lesznek
 - Kepler törvények
 - Gravitáció általános elmélete...
 - Nem minden szint tud minden jelenségre kielégítő magyarázatot adni (emergencia)
 - Víz miért átlátszó és miért oltja a szomjat?
 - Mekkora egy téglafal térfogata?

További problémák

- Mitől lesz egy törvény általános?
 - Minden almvas piros
 - Almvas = vagy alma k-ban t-kor, vagy vasoxid
- Hogyan garantáljuk, hogy univerzális állításokat tegyünk? (zöld, női, OK?)
- Aszimmetria:
 - Inga hosszával magyarázhatjuk az inga periódusát, de a periódusából nem a hosszát

- Irrelevancia
- Véletlen általánosítás
 - Gábor okos, mert minden tudományfilozófus okos (esetleges a magyarázat)
- Hibás egyesítés
 - Kepler törvényei + Boyle törvénye magyarázata Kepler törvényeinek...
 - Minden törvényünket egyesíthetjük és abból minden következik – ez jó magyarázat?

P. Kitcher – magyarázó egyesítés

- Ami igazi magyarázat, az nem a deriválhatóság adott fedőtörvényekből,
- Hanem a jelenségeket leginkább egyesítő mondatok megtalálása
 - A cél egyre jobban érteni világunkat
 - Meg szeretnénk érteni, hogy a tudományos magyarázat hogyan érteti meg velünk a világot

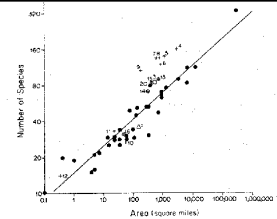
- A magyarázandó mondatok (konzisztens) összességéből indulunk ki (K)
- A magyarázat E(K) a K-t lehetőleg jobban egyesítő mondatok összessége (vagy a K-t legjobban szisztematizáló mondatok)
 - Newtoni dinamikus korpuszkuláris modell – néhány alapfeltevéssel fizikai, optikai, kémiai jelenségek magyarázata
 - Darwin evolúciós elmélete – a fajok kialakulásának vázlata
- Sikeres érvelési minták

Margaret Morrison 2000

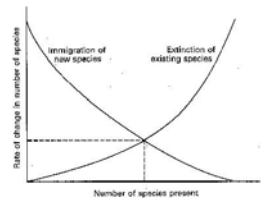
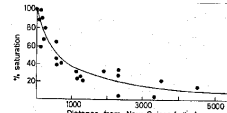
- Bevett nézet: HA egy elmélet egyesít, AKKOR magyaráz
- Az egyesítő elméletek (gyakran) nem magyaráznak!
 - A legtöbb kvantitatív törvény nem tekinthető oksági magyarázatnak

Példa 1 - Szigetbiogeográfia

- $S = C A^z$
 - S fajszám
 - C konstans (taxonra jell.)
 - A terület
 - Z állandó
- $\log S = \log C + z \log A$



Új-Guinea körüli szigetek madárfajai
(Fajszám távolságtól is függ)



Island	1917	1968	Exti.	Immigr.	%turnover
Los Coronados	11	11	4	4	36
San Nicholas	11	11	6	6	50
San Clemente	28	24	9	5	25
Santa Catalina	30	34	6	10	24
Santa Barbara	10	6	7	3	62
San Miguel	11	15	4	8	46
Santa Cruz	36	37	6	7	17
Anacapa	15	14	5	4	31

Kihalások (ext) és megtelepedések (immigr) néhány szigeten 1917-1968 között

Példa 2-4

- Newton *Principia*: nem ad mechanikus magyarázatot
 - A gravitáció erő, amivel jelenségeket magyarázhatunk egy mechanikus modellben, de amit nem tudunk mechanikusan magyarázni
- Maxwell – eredetileg éterörvény modell – fizikai magyarázat (is)
 - Ma azonban Maxwell-egyenleteket használjuk, de nem gondoljuk azt, hogy lenne éter
- Darwini és mendeli modell egyesítése: minden nagyon jó, de hogyan is működik a dolog?
 - Bizonyos kérdésekre válaszokat ad, de „megmagyarázná” a magyarázandó jelenségeit az élővilágnak?

Egyesítés módjai

- Reduktív egyesítés: két jelenséget azonosnak tekintünk (pl. elektromágneses és optikai jelenségek)
 - Tényleg ugyanaz, vagy csak ua. az absztrakt matematikai modellel leírhatók?
 - Erről részletesen következő órákon
- Szintetikus egyesítés: két folyamat vagy jelenségcsoport integrálása

- Kitcher, Philip (1981), *'Explanatory Unification'*, *Philosophy of Science* 48, 507-531.
- Kitcher, Philip (1985), *'Two Approaches to Explanation'*, *The Journal of Philosophy*, pp. 632-639.
- Salmon, Wesley (1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton: Princeton University Press.
- Schurz, Gerard (1999), *'Explanation as Unification'*, *Synthese* 120, 94-114.
- Margaret Morrison (2000) *Unifying Scientific Theories*, Cambridge UP
- <http://zeus.uwindsor.ca/courses/biology/macisaac/55-437/lecture9.htm>