

フェルミ推定

フェルミ推定 (フェルミすいてい、Fermi estimate) とは、実際に調査するのが難しいようなとらえどころのない量を、いくつかの手掛かりを元に論理的に推論し、短時間で概算することを指す。

一時、就活で流行っていた。



Googleは「この手のクイズ面接には効果がないことがビッグデータでの検証により判明した。だから今後は行わない。」

論理的な考え方の訓練としては、試してみる価値はあると思います。

Q1. アメリカのシカゴには何人(なんにん)のピアノの調律師がいるか？

物理学者のフェルミ博士が学生に出した問題

Q1. アメリカのシカゴには何人(なんにん)のピアノの調律師がいるか？

シカゴの人口は300万人とする

シカゴでは、1世帯あたりの人数が平均3人程度とする

10世帯に1台の割合でピアノを保有している世帯があるとする

ピアノ1台の調律は平均して1年に1回行うとする

調律師が1日に調律するピアノの台数は3つとする

週休二日とし、調律師は年間に約250日働くとする

そして、これらの仮定を元に推論する。



シカゴの世帯数は、 $(300万/3)=100万$ 世帯程度

シカゴでのピアノの総数は、 $(100万/10)=10万台$ 程度

ピアノの調律は、年間に10万件程度行われる

それに対し、(1人の)ピアノの調律師は1年間に $250 \times 3=750$ 台程度を調律する

よって調律師の人数は $10万/750=130$ 人程度と推定される

Q2 東京にマンホールはいくつあるか？

Q2

東京にマンホールはいくつあるかを推定しなさい。

解説

(1) 仮定

・マンホール数は上下水道が普及している世帯数に比例する。

(2) 問題の分解

推定に必要なデータと推定量は以下の通り。

- ・東京の人口 (データ)
- ・1世帯あたりの人数 (推定量)
- ・上下水道の普及率 (推定量)
- ・1つのマンホールあたりの世帯数 (推定量)

(3) データ

・東京の人口は約 1,300 万人

(4) 推定量の決定

- ・1世帯あたりの人数
→都会は1人暮らしも多いので1世帯あたりの人数は2人
- ・上下水道の普及率
→100%
- ・1つのマンホールあたりの世帯数
→これが一番難しいところですが、住宅地などでは10世帯ほどの一軒家が接する路地に1つマンホールがあると考えて、10世帯

(5) 総合

以上をふまえて東京にあるマンホール数を推定していきます。

・東京の世帯数：

$$1,300 \text{ [万人]} \div 2 \text{ [人/世帯]} = 650 \text{ [万世帯]}$$

・上下水道が普及している世帯数：

$$650 \text{ [万世帯]} \times 100\% = 650 \text{ [万世帯]}$$

・マンホールの数：

$$650 \text{ [万世帯]} \div 10 \text{ [世帯/個]} = 65 \text{ 万個}$$

よって、65万個と推定されます。

ちなみに、東京都下水道局が発行している『東京都の下水道 2014』によると、平成 25 年度末で都内のマンホールの数は 484,078 個。約 50 万個ですから、上の推定はそう悪くありません。

フェルミ推定における各推定量は当然誤差を含みます。でも誤差は上にズレたり下にズレたりするので、いくつかの推定量を掛けたり割ったりしているうちにお互いの誤差が相殺されて最終的な推定の結果は本当の値からそう遠くない、ということがよくあります (^_^) - ☆

もう1題やってみましょう。

Q3. 地球上にアリは何匹いるのか

Q4. 今地球上では何人の人が寝ているか

Q3. 地球上にアリは何匹いるのか

ヒント: 地球上の面積は約5億1000万平方キロメートル

地球上の海と陸の割合はだいたい7対3程度

地球上の30パーセント程度の地域にアリがいてと仮定

一平方メートルあたりのアリの数を2匹程度と仮定

→ 5億1000万平方キロメートル \times 0.3 \times 2 = 3億600万匹

Q4. 今地球上では何人の人が寝ているか

ヒント: 世界の人口は約70億人

人が寝るのはだいたい夜の24時から6時くらいまでと仮定

地球上の時間は24時間ですから、24割る6で、今現在24時から6時のところが地球上の4分の1ある。

→ 70億 \div 4 = 17.5億人

Q.5 日本に温泉旅館は何軒くらいありますか？

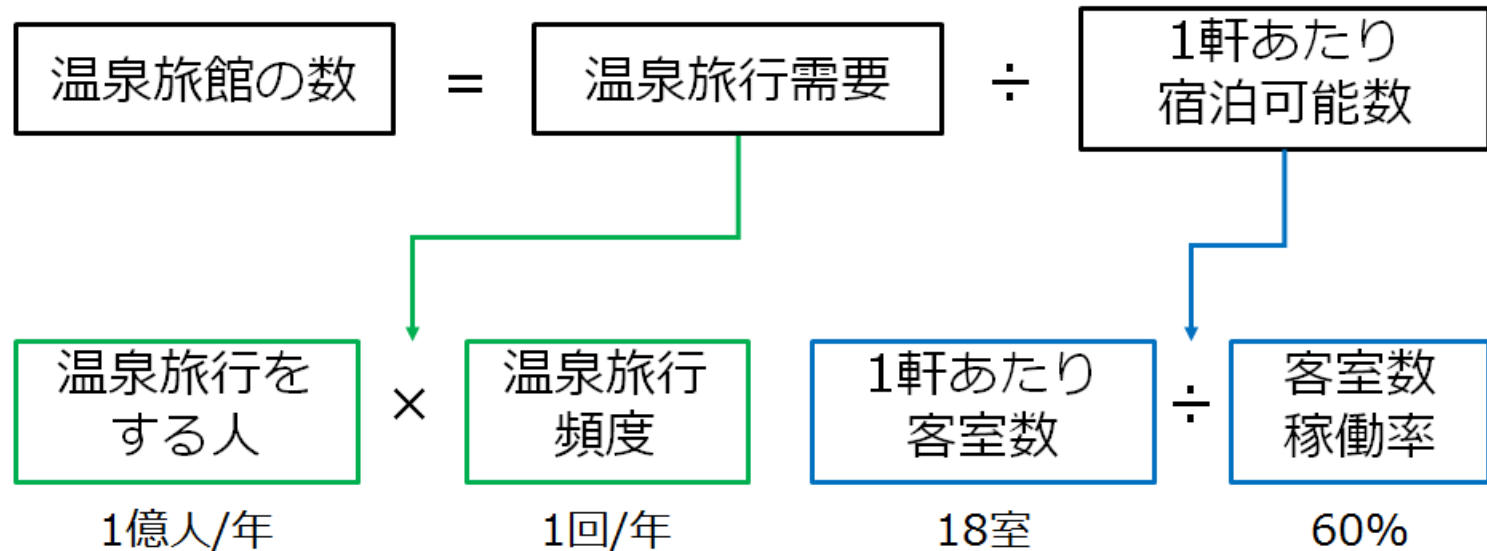
Q.5 日本に温泉旅館は何軒くらいありますか？

ヒント：本質的な点、需要＝供給”という原則は変わらない

1人あたり年間にどのくらい温泉に行くか？」

人口約1億3000万人のうち、延べ1億人が温泉旅行に行けるとし、
平均して年に一回は温泉旅行に行くとする

構造化まとめ



Q.6 日本のGDPから日本人の平均年収を推定して下さい

Q.7 日本にポストの数はいくつあるか推定して下さい

Q.6 日本のGDPから日本人の平均年収を推定して下さい

ヒント 日本のGDP(国内総生産)は約500兆円。
GDPとは、付加価値(=売上高-仕入れ)の総額。
国内の人口は1.3億人。

付加価値のうち、人件費割合(労働分配率)は約60%。
働いているのは人口のざっくり半分の6000万人。
したがって、一人当たりの平均年収は、
 $500兆円 \times 0.6 \div 6000万人 = 500万円$ (およそ)

Q.7 日本にポストの数はいくつあるか推定して下さい

ヒント: 東京-博多間は新幹線(時速200キロメートル)で6時間だから1200キロメートル

北海道から鹿児島まではその倍ぐらいなので約2400キロメートル、それを長方形の縦辺とすると横辺は約200キロメートル。日本の面積は約48万平方キロメートルと推定する。(本当は38万平方キロメートル)

日本は山地が多いので人が住んでいるのは30%とすると、約15万平方キロメートルが居住地域。1平方キロメートルに1本のポストとすると15万本。(実際は19万本)

Q.8 日本で昨年1年間に消費された割り箸の本数は？

Q.9 世界中で今この瞬間トイレにいる人は何人？

Q.8 日本で昨年1年間に消費された割り箸の本数は？

ヒント： 日本の人口は約1.3億人。 日本の労働者は何人？

- 1世帯あたり平均3人として、約1.3億 \div 3人 $=$ 約4,000万世帯が日本に存在する
- そのうち働いている人は1世帯あたり1人と考えて、日本の労働者は約4,000万世帯 \times 1人 $=$ 約4,000万人という計算が出来る
- 昼夜に外食を行う可能性が高いため、1日あたり約4,000万人 \times 2本 $=$ 約8,000万本の割り箸が使われる
- 約8,000万本 \times 365日 $=$ 約292億本だという答えになる

Q.9 世界中で今この瞬間トイレにいる人は何人？

ヒント： 自分の1日のトイレで過ごす時間は？世界の人口は70億として

- 1日のトイレで過ごす時間は、3分 \times 3回程度だと仮定して、キリよく10分
- 1日の10/60/24はトイレにいる
- 人間は同じ機能だと仮定すると、世界中の人が1日10/60/24をトイレで過ごすといえる
- 70億 \times 10/60/24が今、トイレにいる人の人数。約4千900万人程度となる

Q.9 日本に猫は何匹いますか

Q.9 日本に猫は何匹いますか

(1) 前提確認: 「個人(世帯)が所有している猫」

(2) アプローチ設定: 「面積」「個人」「世帯」を軸に考える

個人(世帯)が所有している猫の数

= 日本の世帯数(a) × 猫の所有率(b) × 1世帯あたりの平均所有数(c)

(3) モデル化

(a) 日本の世帯数: 1世帯あたりの平均人数を3人(父・母・子供)

人口を1億2,000万人、1億2,000万 ÷ 3で、日本の世帯数は4,000万世帯。

(b) 猫の所有率: 動物を飼っている世帯の割合を50%、そのうち、猫を所有している世帯を30%とします。猫の所有率は、50% × 30% = 15%。

(c) 1世帯あたりの平均所有数:

1匹だけ所有している世帯を75%、2匹所有している世帯を20%、

3匹所有している世帯を5%と仮定、4匹以上所有している世帯は無視。

平均所有数は、1(匹) × 75% + 2(匹) × 20% + 3(匹) × 5% = 1.3(匹)。

(4) 計算実行

4,000万(世帯)(a) × 15%(b) × 1.3(匹)(c) = 780万(匹)

(5) 現実性検証

ペットフード工業会による第14回犬猫飼育率全国調査(2007年)

2007年における猫の飼育数は1018.9万匹。

1世帯あたりの平均飼育数(c)は、1.77匹

論理的思考の技法①: 演繹法

まず、論理的思考の技法として演繹法(えんえきほう)をご紹介します。演繹法とは、前提となる事柄をもとに、そこから**確実な結論を導き出す方法**です。例として、以下のような考え方になります。

【前提1】「舞姫」と「高瀬舟」の著者は同一人物

【前提2】「舞姫」の著者は森鷗外

【結論】「高瀬舟」の著者は森鷗外

この例では、すでに分かっている**【前提1】**と**【前提2】**の情報から**【結論】**を導き出しています。

論理的思考の技法②: 帰納法

帰納法は、多くの事実から類似点をまとめて結論を出す方法です。演繹法と違って、**結論を導くための想像力**が必要になります。

【観察事項1】長野県の平均寿命は日本一

【観察事項2】長野県は日本で最も野菜の摂取量が多い

【観察事項2】長野県には「健康長寿課」がある

【一般論】長野県民は健康に対する意識が高い

帰納法では、**導き出される答えがひとつとは限りません**。「長野県に住むと長生きする」という結論になるケースもあるでしょう。3つの観察事項から何を想定するかで、大きな差が生まれるのです。帰納法で結論を出すには、**ある程度の知識**が必要といえます。

論理的思考の技法③:ロジックツリー

ロジックツリーは、問題を解決するための核となる部分を絞り込むときなどに用いられる方法です。考えられるあらゆる可能性を、ツリー上に展開していきます。ロジックツリーを使うことで、物事を論理的に分析しつつ視覚的にまとめることが可能です。

なぜなぜ分析で良く使います

1. 推定すべき内容に関連しそうな自分の知り得る数値を片っ端から引っ張ってくる
2. ストーリーを作り数値を仮置きしていく
3. 置いた数値に破綻がないか改めて検証する

2016年現在(あくまでもざっくり)

- ・日本の人口 : 1億 2,500万人 (2050年1億人、2060年9,000万人)
- ・日本の労働人口 : 6,400万人
- ・日本の完全失業者数 : 220万人
- ・日本のGDP : 500兆円
- ・日本の企業数 : 412万社
 - ※内、個人事業主 : 240万社
- ・平均年収 : 400万円
- ・現在の出生率 : 1.42人
- ・年間の出生数 : 100万人
- ・日本の世帯数 : 5,500万世帯
- ・日本の単独世帯数 : 1,700万世帯
- ・日本中の乗用車の数 : 6,000万台
- ・コンビニの1人1回平均買い物額 : 580円
- ・アメリカの人口 : 3億2,000万人
- ・アメリカのGDP : 16.5兆ドル
- ・中国のGDP : 9兆ドル
- ・世界の人口 : 73億人 (2050年95億人、2100年112億人)

数値を完全に覚えていなくともOK
論理的なプロセスが大事です

日本

【人口】1億2,711万人 ※東京都の人口1,351万人

【子ども】1,614万人

【高齢者】3,384万人

【市町村】1,719箇所

【世帯】5,245万戸

【住宅】6,063万戸

【空き家】820万戸

【就業者数】6,376万人

【小学校】20,313校

【中学校】10,414校

【高校】4,925校

【短期大学】341校

【大学】777校

世界

【人口】72億6,500万人

【陸地総面積】148,940,000 km²

【国】196カ国

【国連加盟国】193カ国

【中国の人口】13億7,600万人

【アメリカ合衆国の人口】3億2,200万人

公式

密度 = (単位体積の質量) = (質量) / (体積)

速度 = (単位時間に進む距離) = (距離) / (時間)

円周 = 半径 \times 2 \times 円周率

円の面積 = 半径 \times 半径 \times 円周率

球の表面積 = 同じ半径の円の面積 \times 4

球の体積 = 表面積 \times 半径 \times 1/3