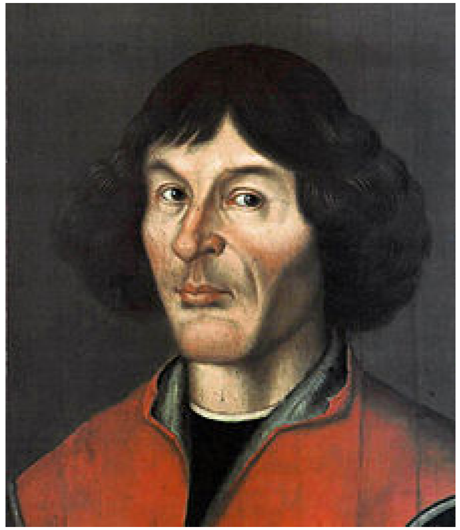
コペルニクスの原理と未来予測

電子情報工学科
伊庭　斉志

コペルニクスの原理とはなにか？

- われわれは宇宙において特別な存在ではない

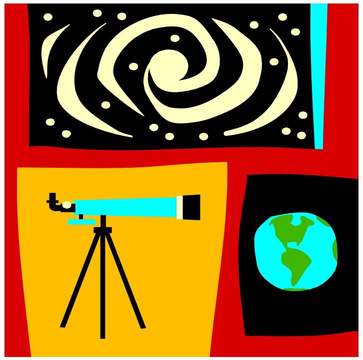
- 地球が宇宙の中心といった特別な場所ではない
- 宇宙がどこでも、すべて同じ様な姿をしており、特別な場所というものが存在しない



1473-1543

コペルニクスの原理と観測者

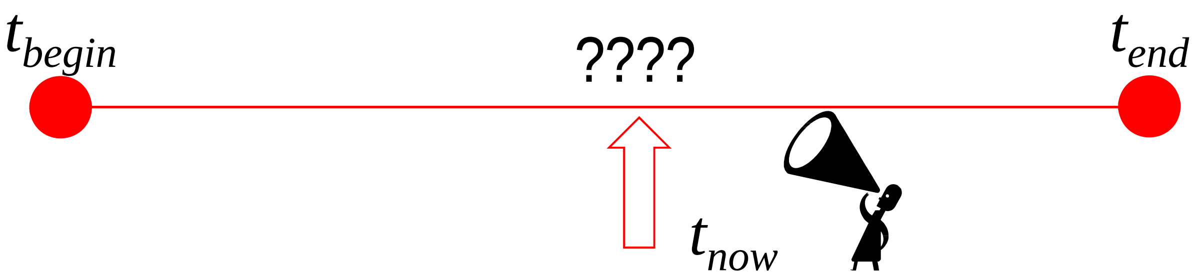
- われわれは宇宙において特別な存在ではない
- 知的な観測者に対して特別な場所はほとんどない
- 現象に対してのランダムな知的観測者を考えることができる



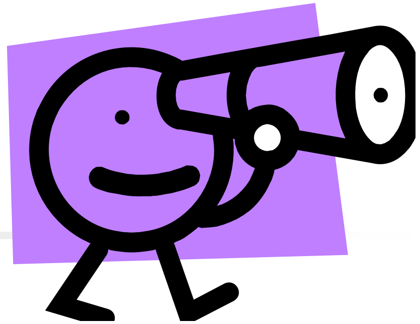
未来の予測

- ランダムな知的観測者

- 観測している現象がt_{begin} と t_{end} の間にあるとすると、現時点 t_{now} について特別なことがないなら t_{now} は一様に分布していると仮定できる



未来の予測



- $t_{future} = t_{end} - t_{now}$
- $t_{past} = t_{now} - t_{begin}$

- $r_1 = (t_{now} - t_{begin}) / (t_{end} - t_{begin})$は0から1の間の一様乱数となる
- よって、95%の確信度で

$$0.025 < r_1 < 0.975$$

未来の予測

- *95%の確信度*

$$\frac{1}{39} t_{past} < t_{future} < 39 t_{past}$$

- *50%の確信度*

$$\frac{1}{3} t_{past} < t_{future} < 3 t_{past}$$

$$\frac{1}{39} t_{past} < t_{future} < 39 t_{past}$$

未来の予測例:他の例

- 恋愛や結婚生活がどのくらい続くか？
- バスの待ち時間はあとどのくらいか？

- 平成がいつまで続くか？

ベルリンの壁の存在予測

•Richard Gott IIIはベルリンの壁がたてられてから８年後(1969年)にたまたま壁を見に行った。

•あとどのくらいこの壁はあるのか？

- 50%の確率で8/3=2.7年から8×3=24年となる

$$\frac{1}{3}t_{past} < t_{future} < 3t_{past}$$

•実際には、20年後の1989年に崩壊した。

Implications of Copernican principle for our future prospects, J. Richard Gott III, Nature , vol.363, 27 May, 1993

$$\frac{1}{39}t_{past} < t_{future} < 39t_{past}$$

未来の予測例：地球の年齢

- 地球は約46億年前に誕生した
- 地球の今後の寿命は、
  46/39=1.2億から46×39=1800億年となる
- いまから50億年で太陽は燃え尽きて赤色巨星になり地球の公転軌道を飲み込むといわれている
- 地球は確実にこのころ終焉を迎えるので予測はあたっている

$$\frac{1}{39} t_{past} < t_{future} < 39 t_{past}$$

未来の予測例：人類の未来

- Homo sapiensは約20万年前に誕生した
  - １０万年～２５万年とも言われている
- ヒトという種の今後の寿命は、
  5,100年から780万年となる
- つまりヒトという種の寿命は20.5万～800万年

- 多くの生物種の平均寿命は100万～1100万年といわれている。とくに哺乳類では200万年であるのでこの予測は尤もらしい。

検査のパラドクス

平均間隔10分でバスがバス停到着するとしよう．人がランダムにバス停に行くとき，平均待ち時間は5分になると思われるが，実際には5分よりも長くなる．

- もしバスが正確に10分間隔でバス停に着くなら平均待ち時間は5分である．
- しかし，バスは平均して10分の間隔で着く．
- ランダムにバス停に行くとすれば，バスどうしの到着間隔内で短時間内にバス停に着くよりも，長時間内にバス停に着くことのほうが確率が高くなる．
- そのため，平均待ち時間は5分より長くなる．

検査のパラドクス：別の例

懐中電灯の電池の寿命を3.5時間とする．このとき，懐中電灯を取りあげるたびに,短い時間間隔内においてよりも長い時間間隔内の可能性が高くなる．そのため，電池はその平均寿命よりもわずかに長い時間耐えられる．

これは本当か？
実験で確かめよう
理論的に証明できるか？

検査のパラドクス：実験例

【出力例】 2.6. 検査パラドクスの計算結果

```
iba@fs(~/kensa)[507]: gcc -o inspection inspection.c -lm
iba@fs(~/kensa)[508]: ./inspection
到着時間 [10.000000,10.000000] のとき，待ち時間の平均は 4.999619
到着時間 [9.750000,10.250000] のとき，待ち時間の平均は 5.004825
到着時間 [9.500000,10.500000] のとき，待ち時間の平均は 5.008033
到着時間 [9.250000,10.750000] のとき，待ち時間の平均は 5.016939
到着時間 [9.000000,11.000000] のとき，待ち時間の平均は 5.030008
到着時間 [8.750000,11.250000] のとき，待ち時間の平均は 5.043153
到着時間 [8.500000,11.500000] のとき，待ち時間の平均は 5.059400
到着時間 [8.250000,11.750000] のとき，待ち時間の平均は 5.078233
到着時間 [8.000000,12.000000] のとき，待ち時間の平均は 5.104941
到着時間 [7.750000,12.250000] のとき，待ち時間の平均は 5.131440
到着時間 [7.500000,12.500000] のとき，待ち時間の平均は 5.166543
```

きっかり10分
ごとに来るとき

待ち時間の平均
が大きくなる

到着時間の
分散大

フェルミのパラドクス

高度に知的なエイリアンが見つかってもいいはずなのに，現在まで何の確定的な証拠が得られていない．

- 検査のパラドクスをもとにするとどうなるか？
- 地球への到着がランダムであるなら，短命の惑星に到着するよりも長命の惑星に到着する．
- 「みんなどこにいるのか？」by E. Fermi