

# 都市工学 期末レポート

61908697 佐々木良輔

## (1) インターネットトラフィックの分析

ここでは 1997 年 1 月から 2020 年 11 月までの日本国内のインターネットトラフィックの推移をいくつかの微分方程式の解曲線で fitting した。トラフィックデータには総務省情報通信データベースから取得した一日のピークトラフィックの月間平均 (<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/field/data/gt010108.xls>) を用いた。また解曲線の fitting には gnuplot の非線形最小二乗法機能を用いた。ここでは回帰曲線として直線, 指数曲線, ギンペルツ曲線, ロジスティクス曲線を用いた。以下に回帰曲線の関数を示す。ただし gnuplot は時間を UNIX 時間で表すため,  $x$  軸の原点は 1970 年 1 月 1 日になっている。また図 1 から図 3 に予測範囲を変えた fitting 結果を示す。

$$y_{\text{線形}}(x) = 6.04 \times 10^{-6}x - 6.35 \times 10^3$$

$$y_{\text{指数}}(x) = 8.10 \times 10^{-4}e^{1.00 \times 10^{-8}x}$$

$$y_{\text{ギンペルツ}}(x) = 1.16 \times 10^{11}e^{-7.50 \times 10^{-8}e^{-1.23 \times 10^{-9}x}}$$

$$y_{\text{ロジスティクス}}(x) = \frac{1.53 \times 10^7}{1 + 202 \times e^{-1.00 \times 10^{-8}(x - 1.83 \times 10^9)}}$$

図 1 を見ると 1997 年から 2020 年の範囲では直線を除いてどの曲線もよく一致している。また図 2 でも同様に一致している。更に予測範囲を 1997 年から 2050 年まで伸ばした図 3 でようやく僅かにそれぞれの曲線で差が現れている。2030 年までの fitting でそれぞれの曲線が一致していることについて  $x \ll 1$  であると仮定すると指数曲線, ギンペルツ曲線, ロジスティクス曲線はそれぞれ

$$ae^{bx} \propto 1 + bx$$

$$ae^{-be^{-cx}} \simeq ae^{-b(1-cx)} \propto 1 + abx$$

$$\frac{a}{1 + be^{-cx}} \simeq a((1 + a) - abx)^{-1} \propto 1 + \frac{ab}{1 + a}x$$

と近似できる。つまり, 時間が十分経過していない範囲においてこれらの曲線は近い振る舞いをする。すなわちインターネットトラフィックの増加は指数曲線, ギンペルツ曲線, ロジスティクス曲線のいずれのモデルを適用しても成長の初期であり, 今後遥かに成長することが予測される。また図 3 から 2036 年頃には  $10^6$  Gbps, 2040 年から 2043 年頃には  $10^7$  Gbps を上回ると予測され, さらなる回線の拡充が必要である。

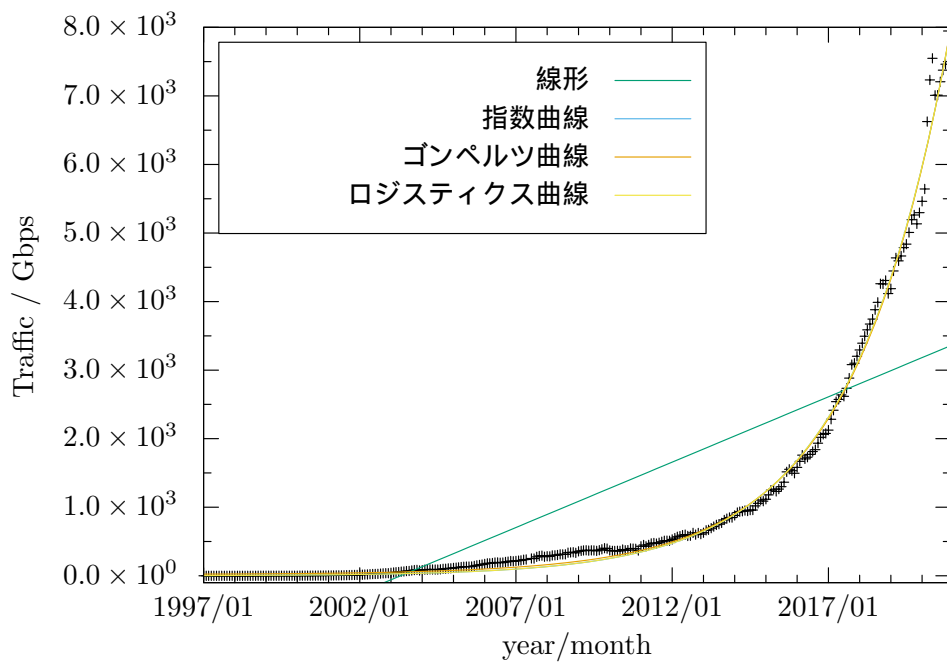


図1 fitting 結果 (1997 年 1 月から 2020 年 11 月)

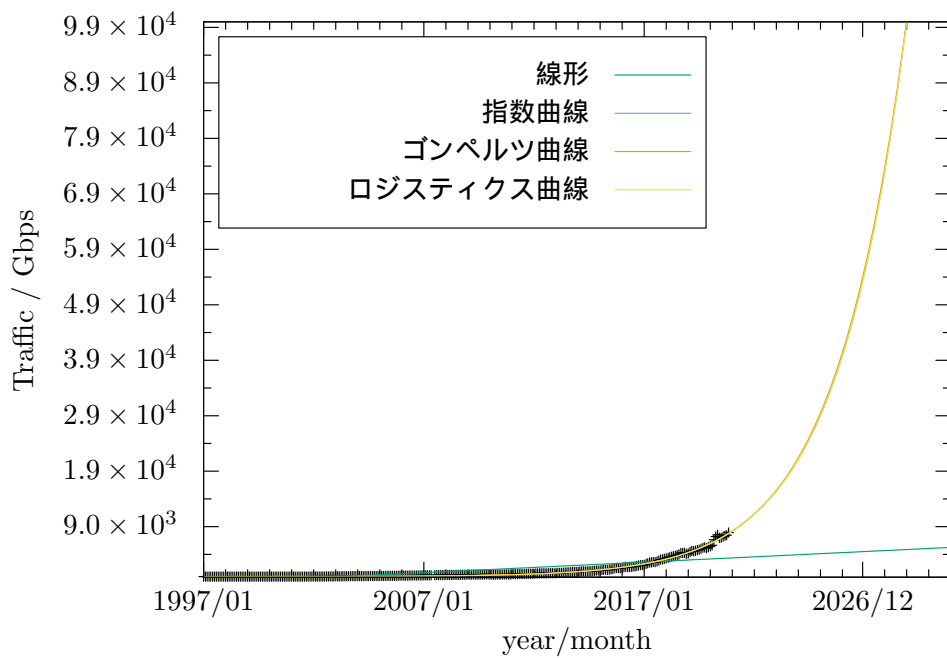


図2 fitting 結果 (1997 年 1 月から 2030 年 12 月)

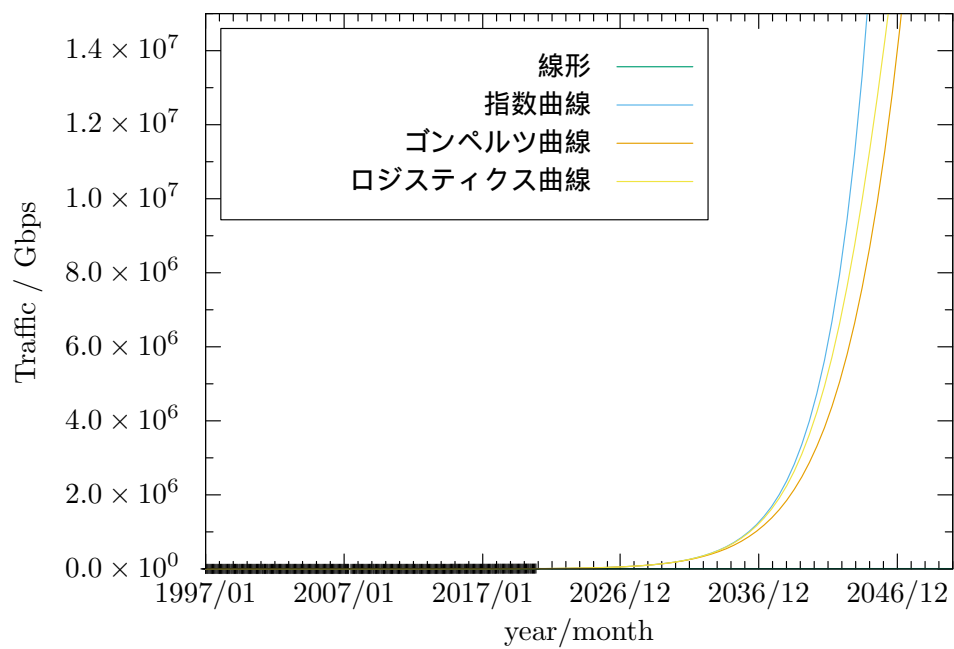


図 3 fitting 結果 (1997 年 1 月から 2050 年 12 月)

## (2) 数理モデルの応用の提案

私がアルバイトとして参加している Zip Infrastructure 株式会社 (<https://zip-infra.co.jp/#zippar>) では新たな公共交通として自走式のロープウェイを開発している。自走式のロープウェイは従来のロープウェイと異なり運行間隔の調整や分岐による行き先の変更が可能であり、都市型の交通手段としての実装を目指している。更に都市型ロープウェイは図4のように建物の内部に乗り入れることが可能であり、高層ビル間での移動手段としての利用も期待される。これは階層間や離れたビル間を結ぶデッキと考えることができ、最適な駅の配置をヴェーバー問題として検討できると考えられる。またビル間でのトラフィックを重力モデルを用いて予想することで、運行間隔の事前調整なども可能であると考えられる。



図4 自走式ロープウェイの高層ビルへの乗り入れのイメージ (コンセプトムービーから引用)