

平成 25 年度

千葉大学先進科学プログラム入学者選考課題

課題 I 解答例

課題Ⅰ <解答例>

(出題意図) 近年, 注目されている「ネットワーク」を題材にして, ものごとをどのように多面的, 論理的, 数理的に捉えられるかを試験します。問1では, 抽象化された概念と具体例をうまくつなげられるか, またどれだけやわらかな発想ができるかをみます。問2では現象の特徴をうまく記述するような指標を考えてもらうことで, 数理的, 論理的にもんごとを記述する能力をみます。

問1

鉄道網からすぐに連想されるものとしては他の交通網がある。たとえば,

- ・飛行機のフライトネットワーク: 空港(あるいは都市), 航空路線
- ・鉄道網: 駅(あるいは都市), 線路
- ・高速道路網: IC(あるいは都市), 高速道路

などが挙げられる。もう少し抽象化して考えると

- ・インターネット網: PC, ルーター
- ・電話回線網: 電話機, 電話回線
- ・電力網: 発電所・都市, 電線

・クモの巣: 絡み目, 糸

・血管: 血管の分岐点, 血管

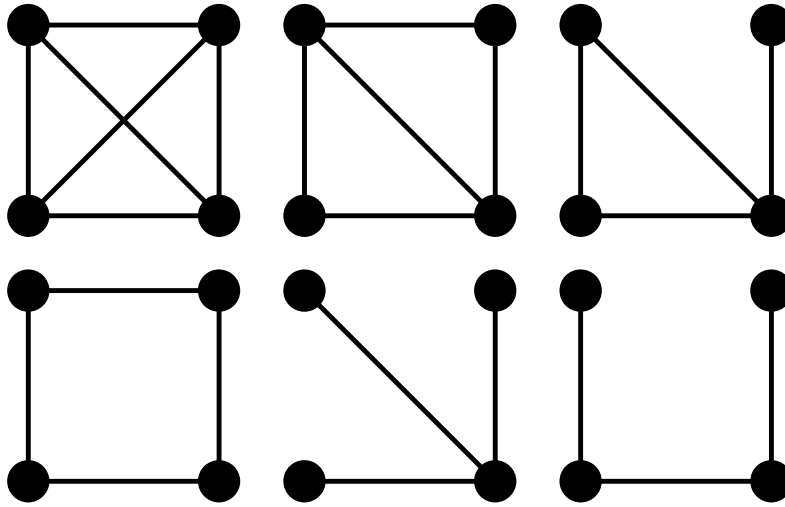
・あやとり: 結び目, ひも

などが挙げられる。このような具体的なものだけでなく, 捉え方によっては以下のような現象もネットワークとして考えることができる。

- ・人間関係: 個人, 交友関係
- ・国際関係: 国, 国交
- ・化学反応ネットワーク: 物質, 化学反応
- ・分子の形(有機物を想像すると): 構成原子, 共有結合
- ・整数: 数, 演算
- ・単語: 単語, 同じ文で使われること

以上のようにさまざまなモノ, 現象をネットワークとして捉えることができる。

問 2 (a) リンクの総数が 6 のものが 1 個, 5 のものが 1 個, 4 のものが 2 個, 3 のものが 2 個ある。



問 2 (b) 以下に示すようにさまざまな指標が考えられる。

- ・ネットワーク中のリンクのうち, 最大いくつのリンクを切断すると孤立する部分ができるか。これは, ネットワークが「リンクを切る」という操作に対してどれだけ強いを示す。鉄道網, 道路網については, できるだけ, ネットワーク中のリンクのうち, 多くのリンクを切断しても孤立する部分ができないようなネットワークが理想的である。

- ・ネットワーク中の任意の 2 つのノードをとり, 一方から他方にリンクをたどって到達するときに, 何通りのルートがあるかの平均。これも上と同様の「強さ」の指標に近い, 逆にこれが大きいと冗長性が高いとも言える。たとえば, 交友関係のネットワークにおいて, 「友達の友達」をたどっていくとどんな人でもすぐにたどり着いてしまう, ということが知られており, これも「ネットワーク中の任意の 2 つのノードをとり, 一方から他方にリンクをたどって到達するときに, 通るリンクの最小値を考え, その最大の値」は小さいと考えられる。

- ・ネットワーク中の任意の 2 つのノードをとり, 一方から他方にリンクをたどって到達するときに, 通るリンクの最小値を考え, その最大の値。この値が小さいほど, すべてのノードに対して効率よく相互作用できる。たとえば, フライトネットワークでは, できるだけ乗り継ぎの回数を減らしてどの都市へも行けるように, 一方から他方に, つまりある空港から別の空港に, 乗り継ぎながら到達するときには, 乗り換え回数ができるだけ少なくなるようになっている。

・各ノードから出ているリンクの数についてヒストグラムを描いた時の分布の広がり。この値が小さいと、どのリンクも同じ「影響力」を持つが、この値が大きいと、大きな「影響力」を持つものとそうでないものがあるネットワークであると言える。たとえば、フライトネットワークでは、各空港からフライトがある空港の数の分布は非常に広く分布しており、いわゆる「ハブ空港」からは多くの空港への航空便がある。つまり「各ノードから出ているリンクの数についてヒストグラムを描いた時の分布の広がり」が大きいことになり、「影響力」の大きな空港と小さな空港があることになる。