

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

課題論述

課題 I

( 9:00 – 15:30 )

#### 注意事項

1. 課題 I は、諸君のいろいろな能力を多面的に見るための設問ですので、できるだけ筋道を立てて諸君自身の考えをわかりやすく記述してください。
2. 検査室に用意してある資料、電卓は自由に使用してもかまいません。また諸君が持参した教科書、参考書、辞書（辞典）、ノートなどを参照してもかまいません。ただしパソコンの使用は禁止します。
3. 解答作成中に、控え室で自由に休んだり食事をしてかまいませんが、外出することはできません。
4. 携帯電話の電源を必ず切ってください。

# I

日本の鉄道路線は百年余りにわたって発展してきたものであり、他の国の鉄道路線と比べたとき、何らかの特徴があることが考えられる。このような特徴を議論する上で、近年、「ネットワーク」という概念が注目されている。「ネットワーク」とは、複数の点とそれを結ぶ線からなる構造のことで、点のことを「ノード」、線のことを「リンク」と呼ぶ。つまり、鉄道の場合では、駅が「ノード」に対応し、線路が「リンク」に対応する。例えば、図 1 に示すような千葉県付近の路線図の一部に対応する「ネットワーク」は、図 2 のようになる。鉄道以外にも「ネットワーク」といえるものは多くある。ここでは「ネットワーク」について考えてみよう。

**問 1** 「ネットワーク」として考えることのできるものを、鉄道の路線以外に数例記しなさい。ただし、鉄道の路線網とは一見異なったものであるけれども、抽象的に考えれば「ネットワーク」と同じものもあげなさい。また、それぞれについて、何が「ノード」にあたり、何が「リンク」にあたるかを答えなさい。



**総武・房総路線図**  
JR EAST Railway Lines in Bōsō and Sōbu areas

図 1 : 千葉県付近の JR などの路線図。(JR ホームページより一部抜粋・改変。)

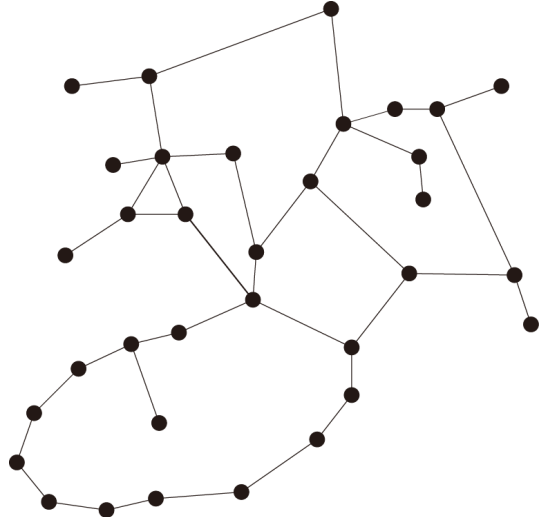


図 2 : 図 1 の路線図に対応する「ネットワーク」。接続駅, 図の端に位置する駅, および大きく描かれた駅のみを抽出したもの。ただし, JR 路線に対応する太線の路線のみを抽出し, 路線図の端の部分のリンクは省略した。

**問 2** このような「ネットワーク」を、数理的・科学的に考えるために、ネットワークの厳密な定義として、「すべてのノードがなんらかのルートでつながっている（任意の2つのノードを選んだときに、適切なリンクをたどれば必ずたどりつける）ノードの集合」としよう。また、実際の鉄道網であれば、電車が頻繁に行き来する「強い」リンクや、たまにしか電車が走らない「弱い」リンクが存在したり、別の現象であれば「向きのある」リンクを考える必要がある。しかし、ここでは、「リンクの強さはすべて同一であり、向きはない」とし、「ノードの種類はすべて同一である」とする。

例えば、シンプルなネットワークとして、区別できない3個のノードからなるものを考える。この時、ネットワークの形（ノードのつながり方）は図3にあげる2つに限られる。ここで、(i) はリンクの総数が3であり、(ii) はリンクの総数が2である。このように、ノードの数が3個の場合には、リンクの総数はネットワークの特徴をうまくとらえる指標となっている。

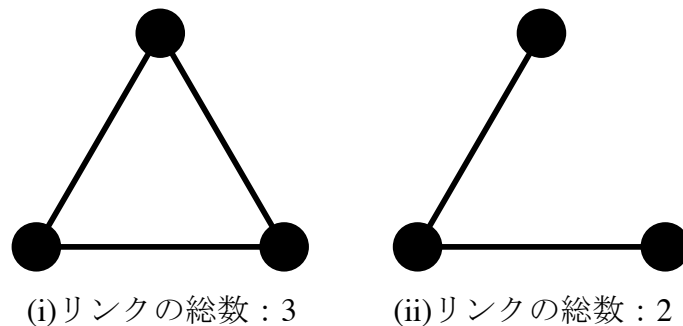


図 3：区別できない3個のノードの場合に考えられるネットワーク。

(a) 3個の場合と同様にして、区別できない4個のノードからなるネットワークの形（ノードのつながり方）をすべて描きなさい。

(a)の結果から、ノードが4個の場合には、リンクの総数が同じでも異なる形のネットワークが存在することがわかる。ノードの数が5個、6個・・・と多くなってくると、ますますネットワークの形は増えて、リンクの総数だけではネットワークの特徴を適切に記述できなくなってくる。そこで、多くのノードを持つネットワークの特徴を議論するときには、リンクの総数だけではなく、他に何かの特徴を表す指標を考える必要がある。例えば、「すべてのノードと直接つながっているノードの数」も一つの指標となる。

(b) 上にあげた例を参考にして、ネットワークの特徴を表す指標には、他にどのようなものがあるかを数例答えなさい。ただし、指標は数式で表しても、言葉で表してもよい。また、考えた指標を、最初の鉄道路線の例や、問1であなたが考えたネットワークに対してあてはめると、どのようなことがわかるか答えなさい。