アルゴリズム，応用グラフ理論，グラフ描画

西関　隆夫

東北大学　大学院情報科学研究科

自己紹介

1969　東北大学工学部通信工学科
「PCMパルス波形, FFT」

1971　同　電気及通信工学修士修了
「集中定数回路網合成に関する研究」

1974　同　博士修了
「回路網接続の位相幾何学的研究」

1974　同　工学部通信工学科　助手
グラフ理論, アルゴリズム

1976　同　助教授
線形時間アルゴリズム、グラフ描画、VLSIレイアウト

1977-78 Carnegie-Mellon 大学数学科客員研究員

1988　東北大学工学部通信工学科　教授

1993　同　情報科学研究科　教授

2005　同　副研究科長、教育研究評議員

Libra: Takao Nishizeki - Microsoft Internet Explorer

ァイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

Microsoft Libra

Academic Search

Papers Authors Conferences Journals Communities

Takao Nishizeki

Search

Advanced Search

Takao Nishizeki (Publication: 166 Citation: 536) HomePage

Aoba-yama 05 , Sendai 980-8579 , Japan

Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, Aoba-yama 05, Sendai 980-8579, Japan

Permanent Link to This Page: http://libra.msra.cn/AuthorDetail.aspx?name=takao+nishizeki

Papers | Research Activities | Citations

Order By: Citation

Top Co-Authors:

- Xiao Zhou[49]
- Shin-ichi Nakano[31]
- Md. Saidur Rahman [23]
- Kazuyuki Miura[17]
- Nobuji A. Saito[17]
- Hitoshi Suzuki[16]
- Norishige Chiba[12]
- Takaaki Mizuki[8]
- Takehiro Ito[6]
- Hiroki Shizuya[5]
- Yoshiyuki Kusakari[5]
- Shuji Isobe[4]
- Jun-ya Takahashi[4]
- Machiko Azuma[4]
- Abul Kashem[4]
- Ito Takehiro[4]

A Linear Algorithm for Embedding Planar Graphs Using PQ-Trees(1985) (citation:84)

Norishige Chiba Takao Nishizeki Shigenobu Abe Takao Ozawa

Journal: Journal of Computer and System Sciences - JCSS

Live Search

Secret sharing scheme realizing general access structure(1987) (citation:68)

M. Ito A. Saito T. Nishizeki

Live Search

Arboricity and Subgraph Listing Algorithms(1985) (citation:51)

Norishige Chiba Takao Nishizeki

Journal: SIAM Journal on Computing - SIAMCOMP

Live Search

Planar graphs: theory and algorithms(1988) (citation:25)

T. Nishizeki N. Chiba

Live Search

ra: Takao Nishizeki - Microsoft Internet Explorer

ル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

- Machiko Azuma[4]
- Abul Kashem[4]
- Ito Takehiro[4]
- Tetsuo Asano[3]
- Toshihide Ibaraki[3]
- Takeshi Tokuyama[3]
- Noritsugu Egi[3]

T. Nishizeki N. Chiba

Live Search

Algorithms for Routing around a Rectangle(1992) (citation:21)

Andr??s Frank Takao Nishizeki Nobuji Saito Hitoshi Suzuki

Journal: Discrete Applied Mathematics - DAM

Live Search

Linear-time computability of combinatorial problems on series-parallel graphs(1982) (citation:21)

K. Takamizawa Takao Nishizeki Nobuji Saito

Journal: Journal of the ACM - JACM

Live Search

Linear algorithms for convex drawings of planar graphs(1984) (citation:21)

N. Chiba T. Yamanouchi T. Nishizeki

Live Search

Drawing Plane Graphs Nicely(1985) (citation:20)

Norishige Chiba Kazunori Onoguchi Takao Nishizeki

Journal: Acta Informatica - ACTA

Live Search

Drawing planar graphs nicely(1985) (citation:16)

N. Chiba K. Onoguchi T. Nishizeki

Live Search

An Efficient Algorithm for Finding Multicommodity Flows in Planar Networks(1985) (citation:13)

Kazuhiko Matsumoto Takao Nishizeki Nobuji Saito

Journal: SIAM Journal on Computing - SIAMCOMP

Live Search

tp://libra.msra.cn - Libra: Takao Nishizeki - Microsoft Internet Explorer

ル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

Microsoft Libra

Academic Search

Papers Authors Conferences Journals Communities

Takao Nishizeki | Search | Advanced Search

Takao Nishizeki (Publication: 166 Citation: 536) HomePage

Aoba-yama 05 , Sendai 980-8579 , Japan

Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, Aoba-yama 05, Sendai 980-8579, Japan

Permanent Link to This Page: http://libra.msra.cn/AuthorDetail.aspx?name=takao+nishizeki

Papers | Research Activities | Citations

Top Co-Authors:

- Xiao Zhou[49]
- Shin-ichi Nakano[31]
- Md. Saidur Rahman [23]
- Kazuyuki Miura[17]
- Nobuji A. Saito[17]
- Hitoshi Suzuki[16]
- Norishige Chiba[12]
- Takaaki Mizuki[8]
- Takehiro Ito[6]
- Hiroki Shizuya[5]
- Yoshiyuki Kusakari[5]
- Shuji Isobe[4]
- Jun-ya Takahashi[4]
- Machiko Azuma[4]
- Abul Kashem[4]
- Ito Takehiro[4]
- Tetsuo Asano[3]
- Toshihide Ibaraki[3]

Year = 2000

- **<connected partial k trees,clique width>** As Ordinary Member

Members & Papers in this group

- **<drawings of orthogonal,box rectangular,graph embedding>** As Ordinary Member

Members & Papers in this group

Year = 1995

- **<vertex,stochastic,routing,communication,theory>** As Ordinary Member

Members & Papers in this group

- **<partitioning of unstructured,partitioning problems,algorithm for matrix>** As Ordinary Member

Members & Papers in this group

previous | 1 | next

tp://libra.msra.cn - Libra: Community Results - Microsoft Internet Explorer

ル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

Microsoft Libra

Academic Search

Papers Authors Conferences Journals **Communities**

Takao Nishizeki Search

Advanced Search

Search Results: 1 - 20 of top 43, totally 43 (0 seconds)

2000<drawings of orthogonal,box rectangular,graph embedding>(Papers)

Core Member

- **Roberto Tamassia**

Providence , R. I. 02912--1910
Brown Univ., Providence, RI

Active Member

- **Giuseppe Di Battista**

Via della Vasca Navale 84 , 00146 loma , Italy
Dipartimento di Informatica ed Automazione, Università di Roma Tre, Roma, Italy

- **Petra Mutzel**

Pohligstra?e 1 , 5000 Koln 51 , Germany
Max-Planck-Institut f? Informatik, Saarbr?ken

- **Giuseppe Liotta**

Providence , Rhode Island 02912
Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione, Università degli Studi di Perugia, Via Duranti, 06125 Perugia, Italy

- **Ioannis G. Tollis**

Richardson , TX 75083-0688

Ordinary Member

- **Luca Vismara**

Providence , Rhode Island 02912
Department of Computer Science; Brown University

- **Carsten Gutwenger**

2000
Max-Planck-Institut f? Informatik, Im Stadtwald, 66123 Saarbr?ken, Germany

- **Gunnar W. Klau**

Group , Stuhlsatzenhausweg 85 , D-66123 Saarbr ucken , Germany;
Algorithms and Data Structures Group, Institute of Computer Graphics and Algorithms, Vienna University of Technology, University

- **Francesco Vargiu**

Providence , Rhode Island 02912
Department of Computer Science; Brown University

- **Markus Eiglsperger**

Wilhelm-Schickard-Institut f? Informatik, Universit? T?ingen, Sand 13, D-72076 T?ingen, Germany

- **Walter Didimo**

Via della Vasca Navale 79 , 00146 Roma , Italy.
Dipartimento di Ingegneria Elettronica e dell'Informazione, Università di Perugia, Via G. Duranti 93, 06125 Perugia, Italy

- **Michael Kaufmann**

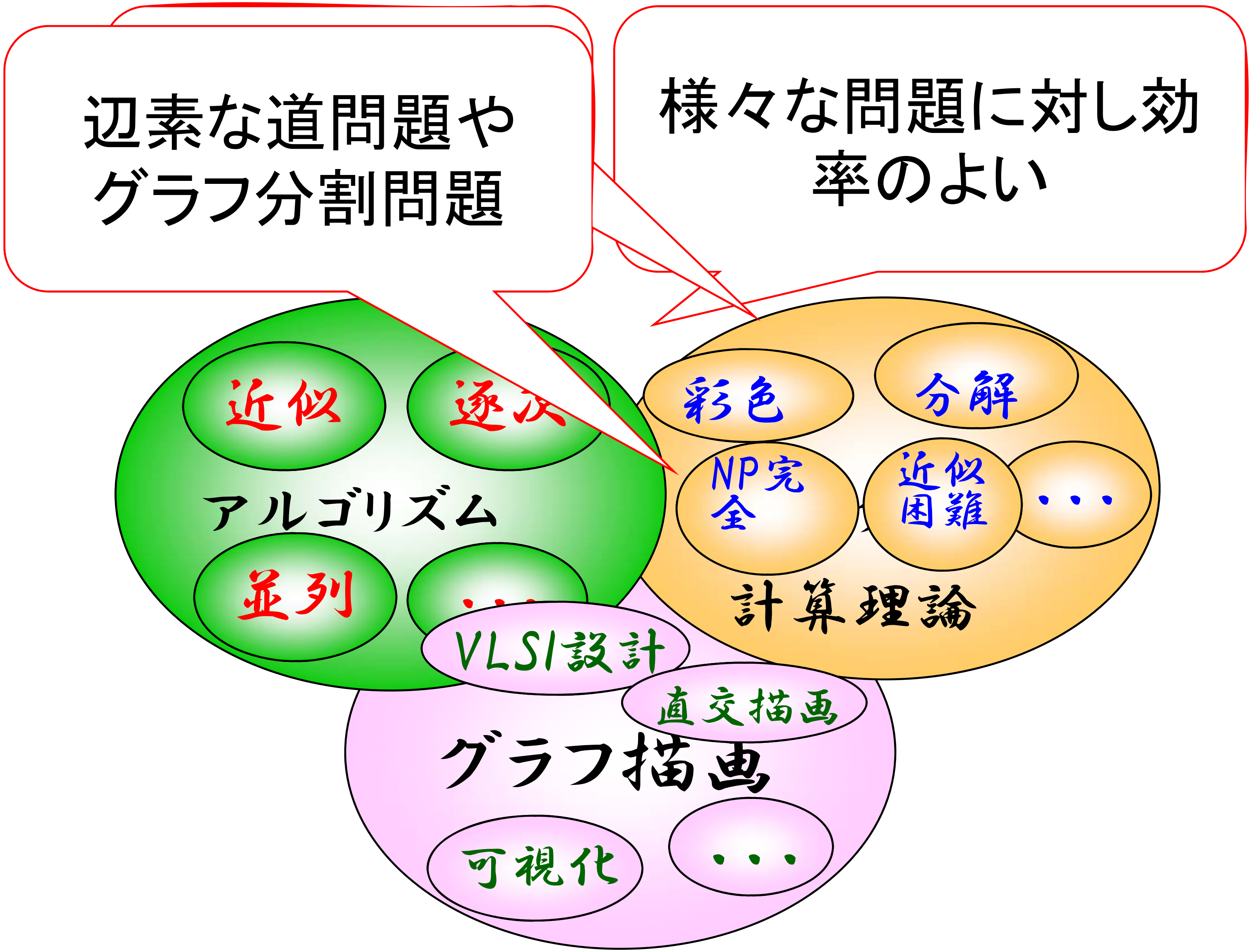
ETH Zrich , Switzerland; Swiss Bank Corporation , IT-Camp Basel , Switzerland
Fachbereich 10, Informatik, Universit? des Saarlandes, 6600 Saarbr?ken, West Germany

- **Ashim Garg**

Providence , RI 02912--1910 , USA
Dept. of Computer Science, Brown University, Providence, RI

- **Takao Nishizeki**

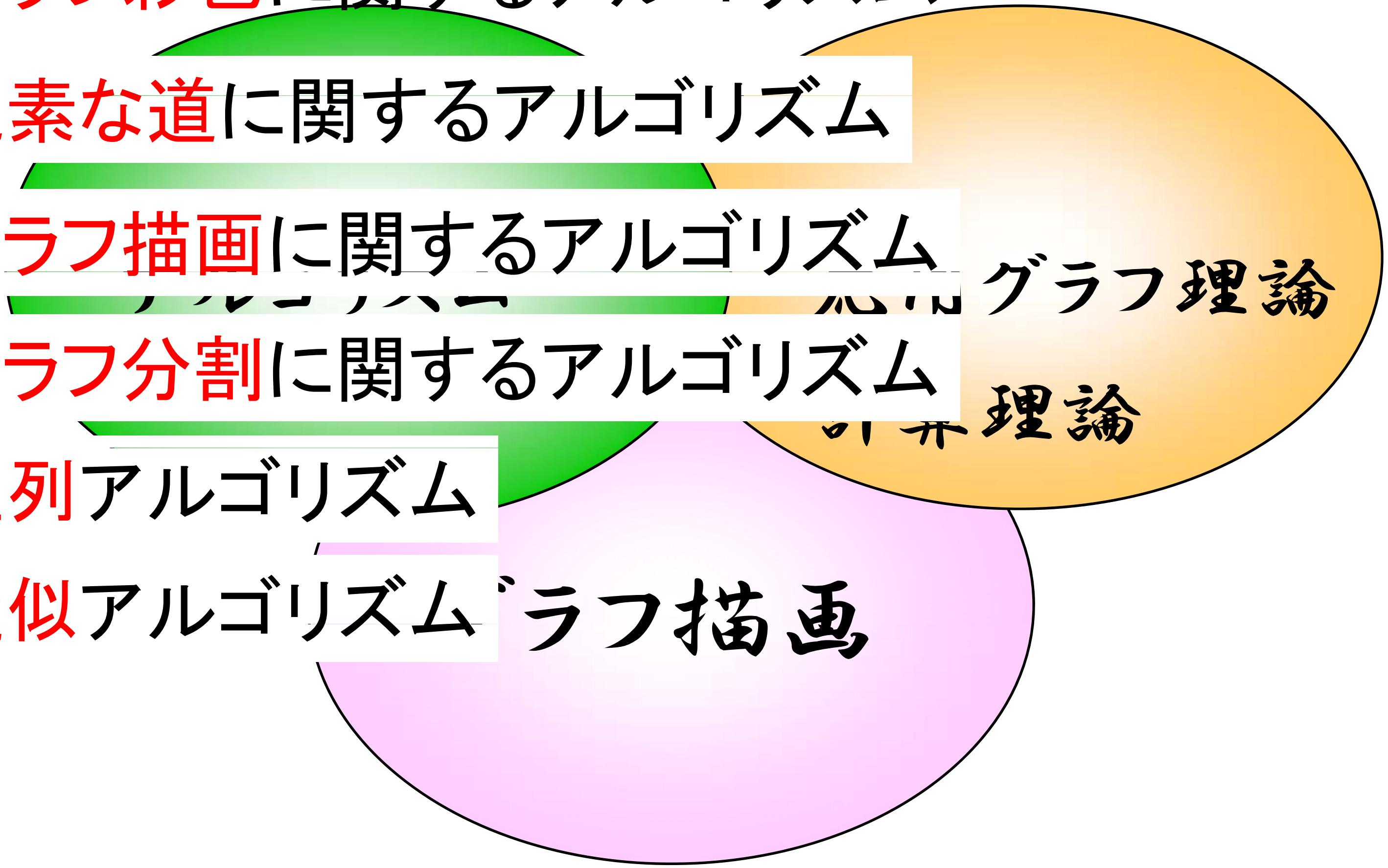
Aoba-yama 05 , Sendai 980-8579 , Japan
Graduate School of Information Sciences, Tohoku University, Aoba-yama 05, Sendai 980-8579,


辺素な道問題や
グラフ分割問題
様々な問題に対し効
率のよい
近似
アルゴリズム
並列
彩色
分解
NP完全
近似困難
・・・
計算理論
VLSI設計
直交描画
グラフ描画
可視化
・・・

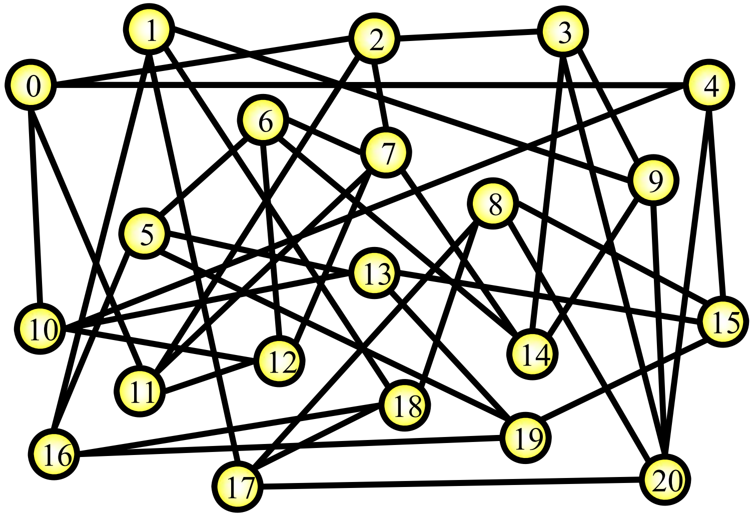
発表の流れ

- ▷ 研究内容の概要
- ▷ 主な研究テーマの紹介
- ▷ 今後の研究課題

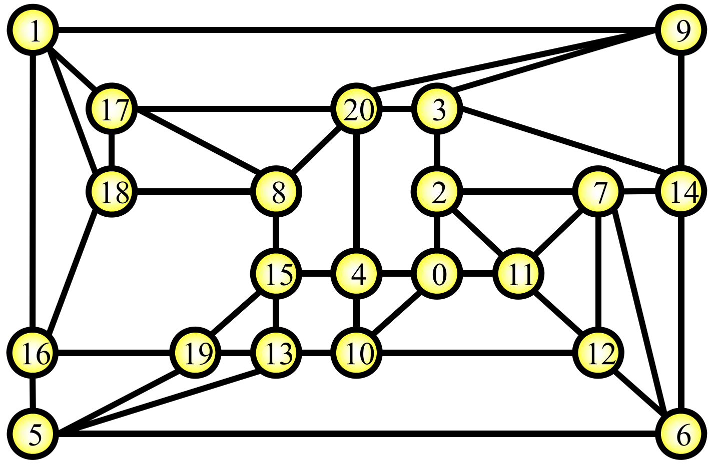
- 平面グラフのアルゴリズムと理論
- グラフ彩色に関するアルゴリズム
- 辺素な道に関するアルゴリズム
- グラフ描画に関するアルゴリズム
- グラフ分割に関するアルゴリズム
- 並列アルゴリズム
- 近似アルゴリズム



平面グラフ



グラフ



平面描画

平面埋め込み，描画，5点彩色，辺素な道，多重フロー，ハミルトン閉路問題等に対する**線形時間アルゴリズム**

PQ-tree, JCSS, '85

ANNALS
OF
DISCRETE
MATHEMATICS

32

MONOGRAPH

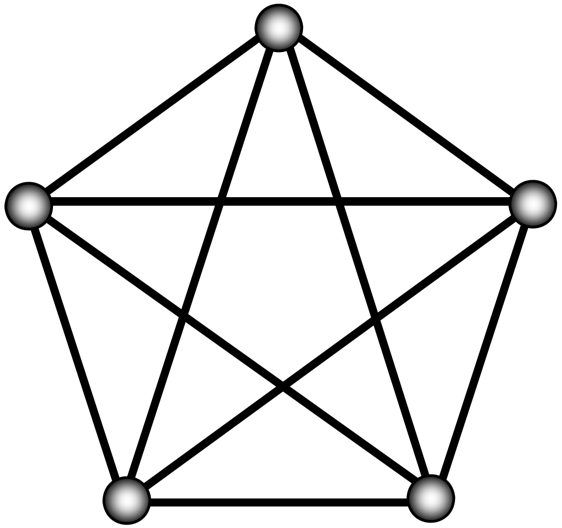
Planar Graphs: Theory and Algorithms

T. NISHIZEKI
N. CHIBA

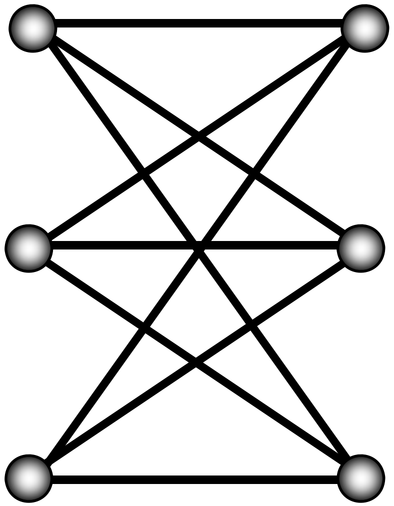
NORTH-HOLLAND

Kuratowskiの定理

平面グラフ ⟷ K_5, $K_{3,3}$を含まない



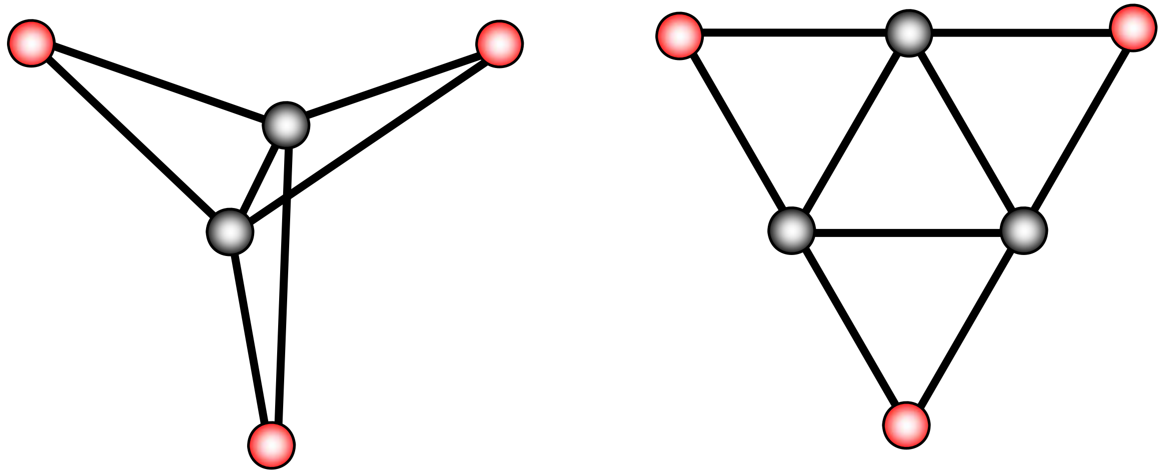
K_5



$K_{3,3}$

博士論文

3端子直並列縦続グラフ



を含まない

アルゴリズム

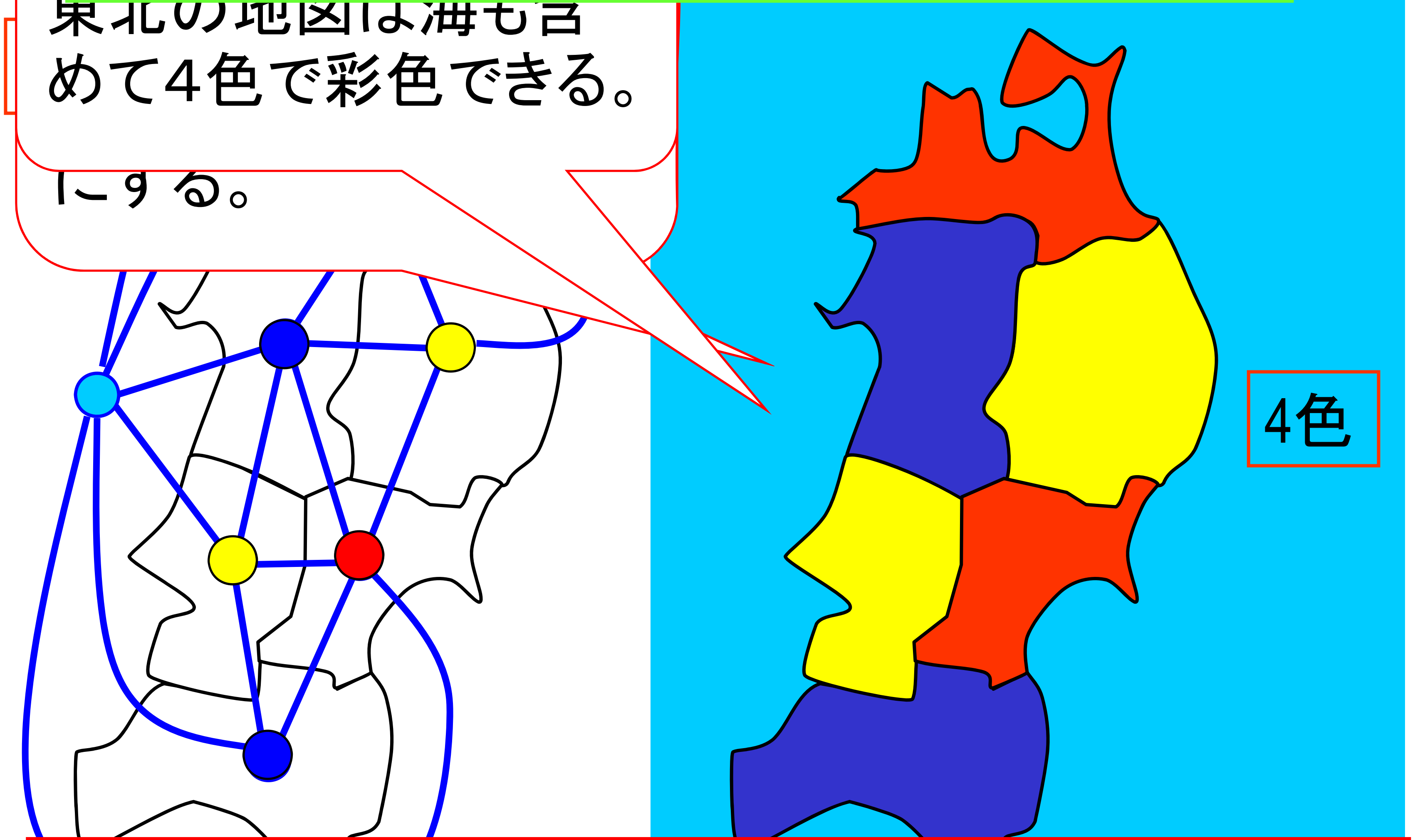
- 平面グラフのアルゴリズムと理論
- グラフ彩色に関するアルゴリズム

県や海の色を
に対応させる

東北の地図は海も含めて4色で彩色できる。

にする。

グラフの点を最小色数で彩色すれば，最小色数の地図彩色が得られる。

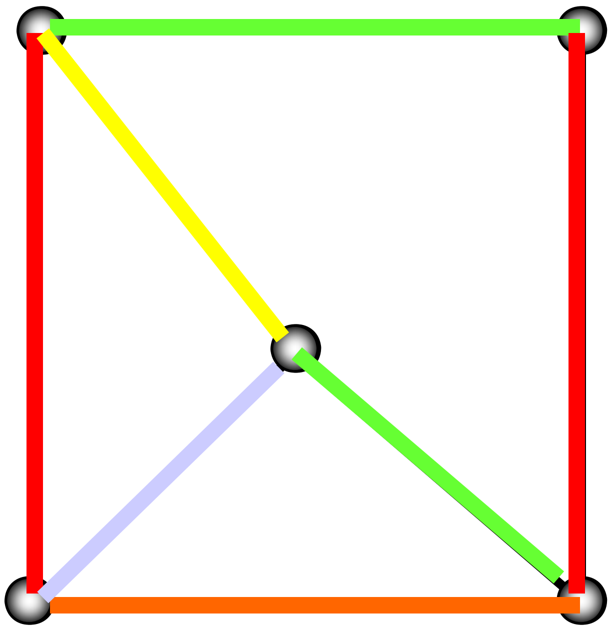


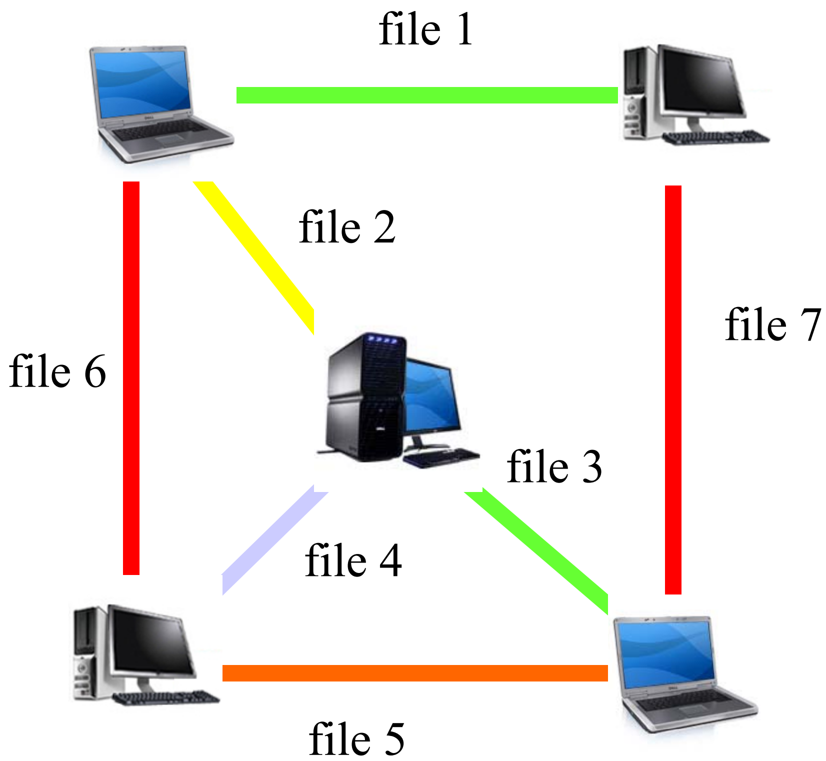
線形5-点彩色アルゴリズム[J. Algorithms 1981]

辺彩色

時間帯：1時間目 2時間目 3時間目 4時間目 5時間目

５色





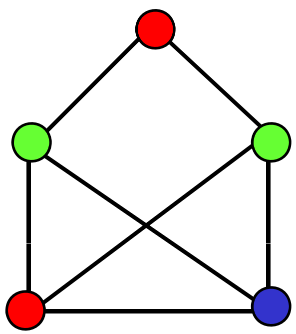
辺彩色　ファイル転送問題

色数　＝　ファイル転送時間

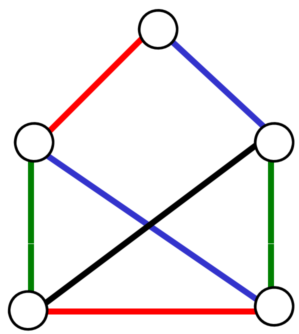
アルゴリズム

- 平面グラフのアルゴリズムと理論
- グラフ彩色に関するアルゴリズム

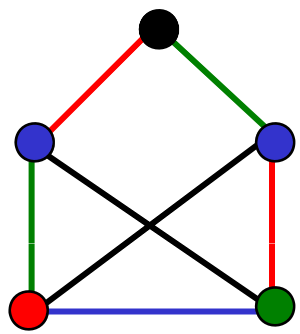
点彩色　辺彩色　全彩色　多重彩色　リスト彩色



点彩色



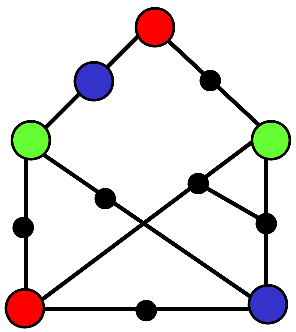
辺彩色



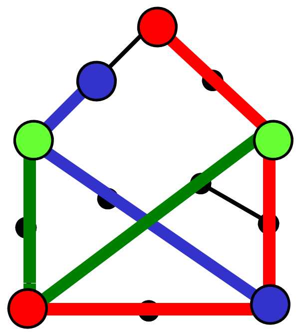
全彩色

アルゴリズム

- 平面グラフのアルゴリズムと理論
- グラフ彩色に関するアルゴリズム
- 辺素な道に関するアルゴリズム



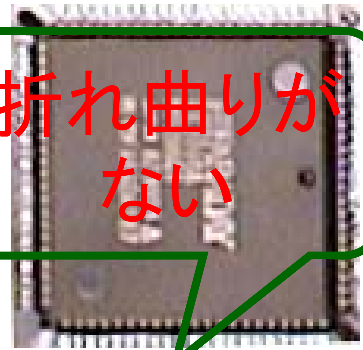
入力



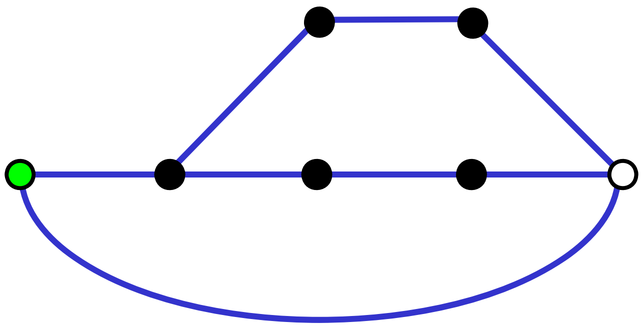
出力

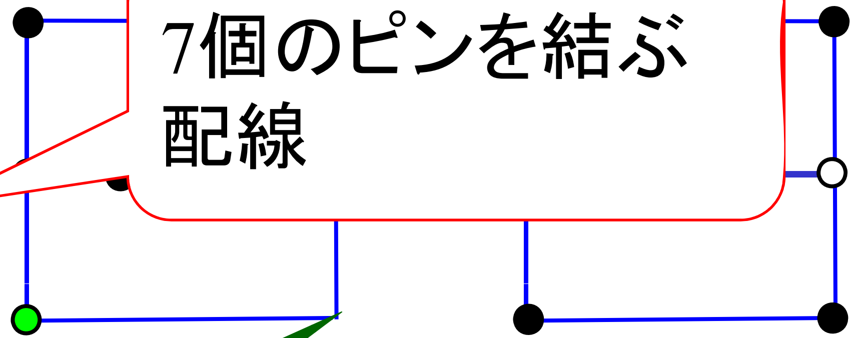
折れ曲りが最小な直交描画を見つける線形時間アルゴリズムを与えた。

VLSI 配線



- グラフ描画に関するアル ズム





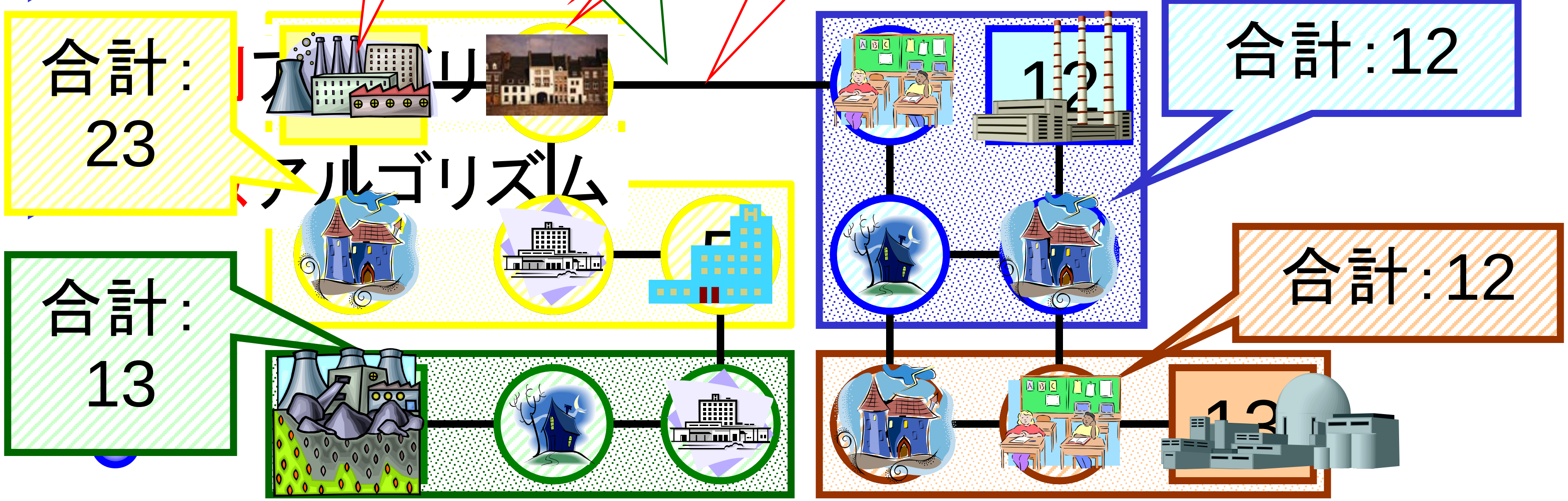
平面グラフ　　直交描画

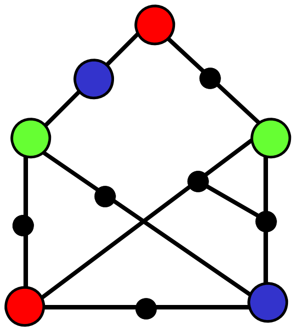
電力網の配電計画を求めるアルゴリズムを与えた。

送電線のスイッチを閉じたり，開いたりして，このグラフ

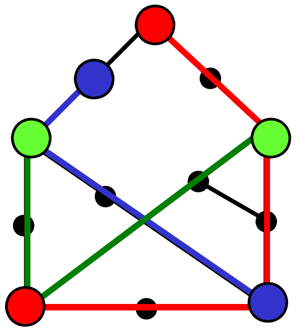
フをいくつかの連結成分に分割します。

▶ グラフ分割に関するアルゴリズム

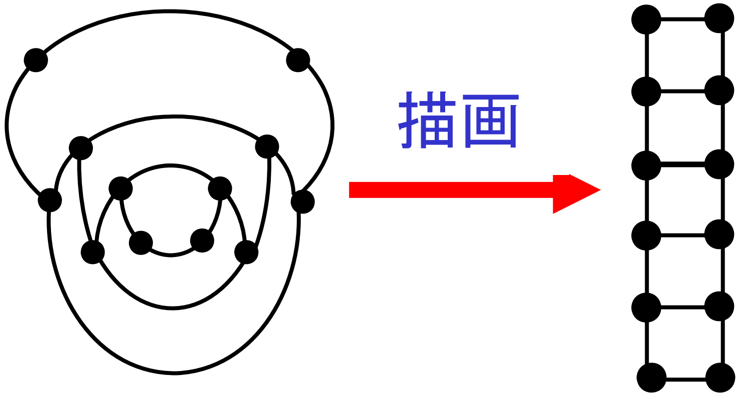


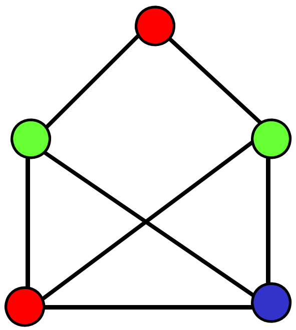


入力

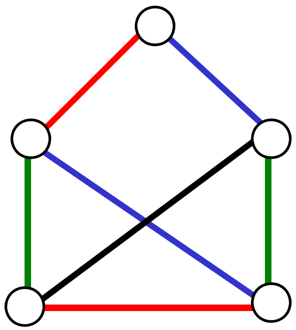


出力

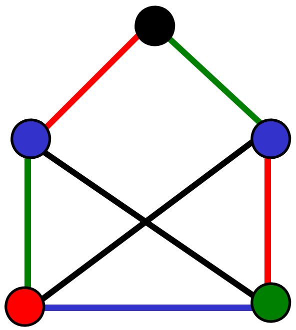




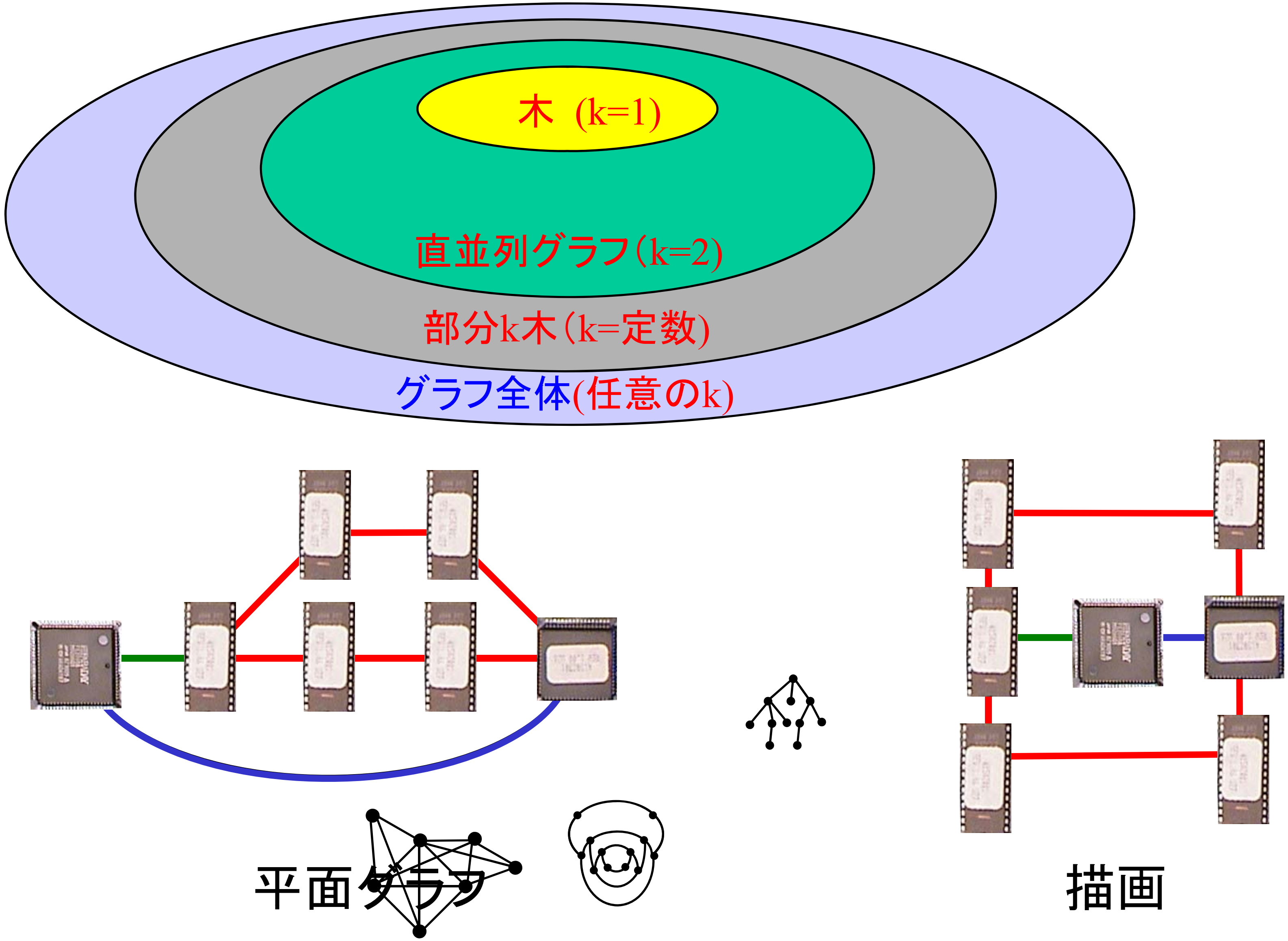
点彩色

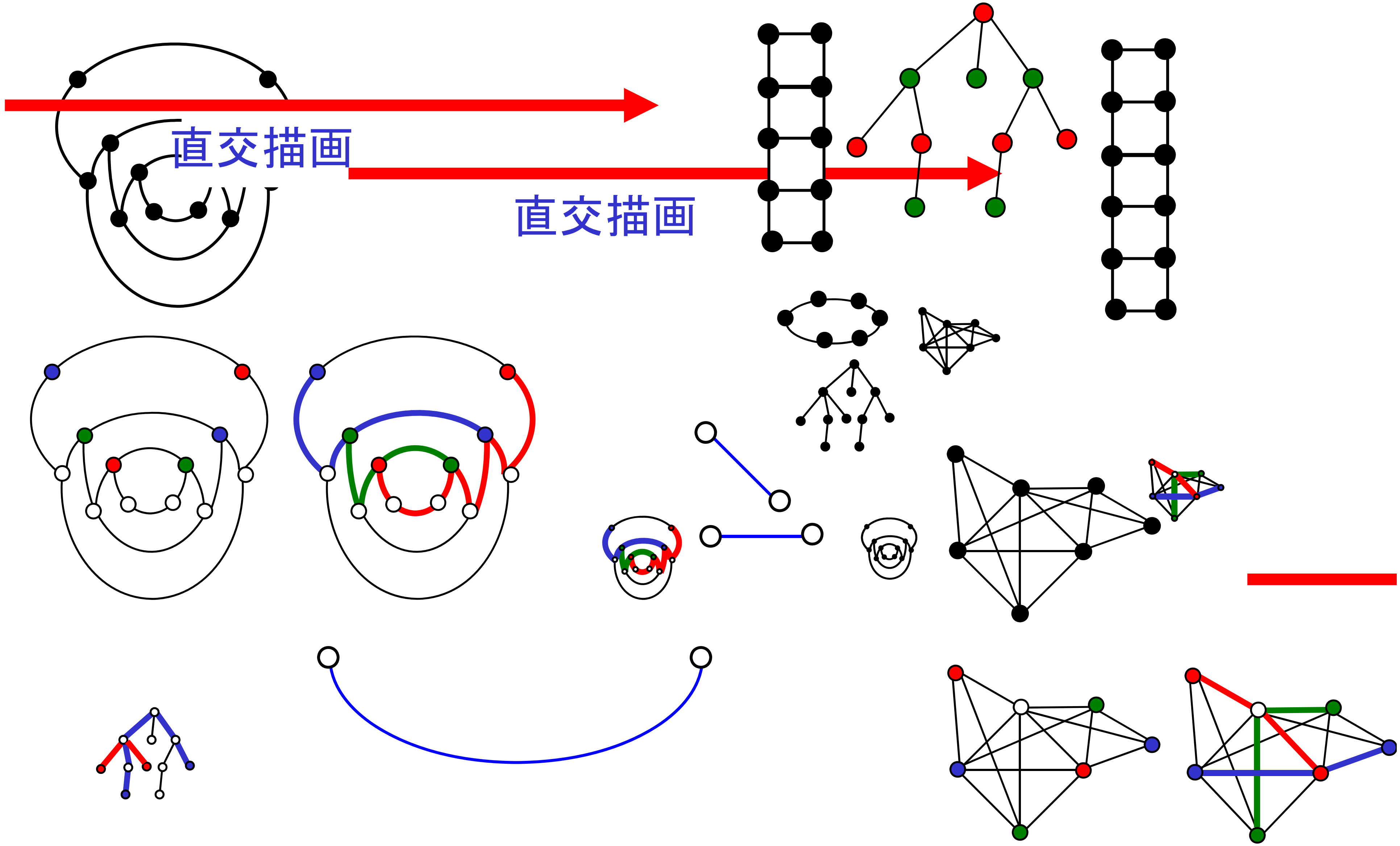


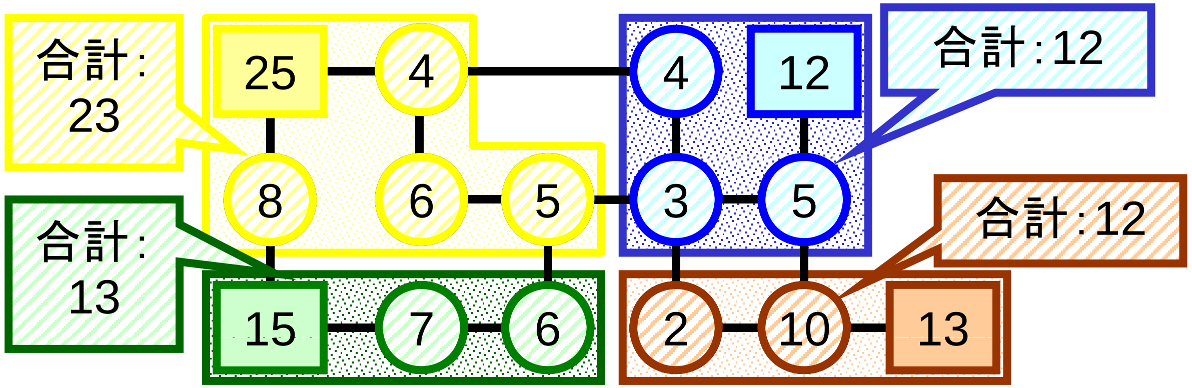
辺彩色

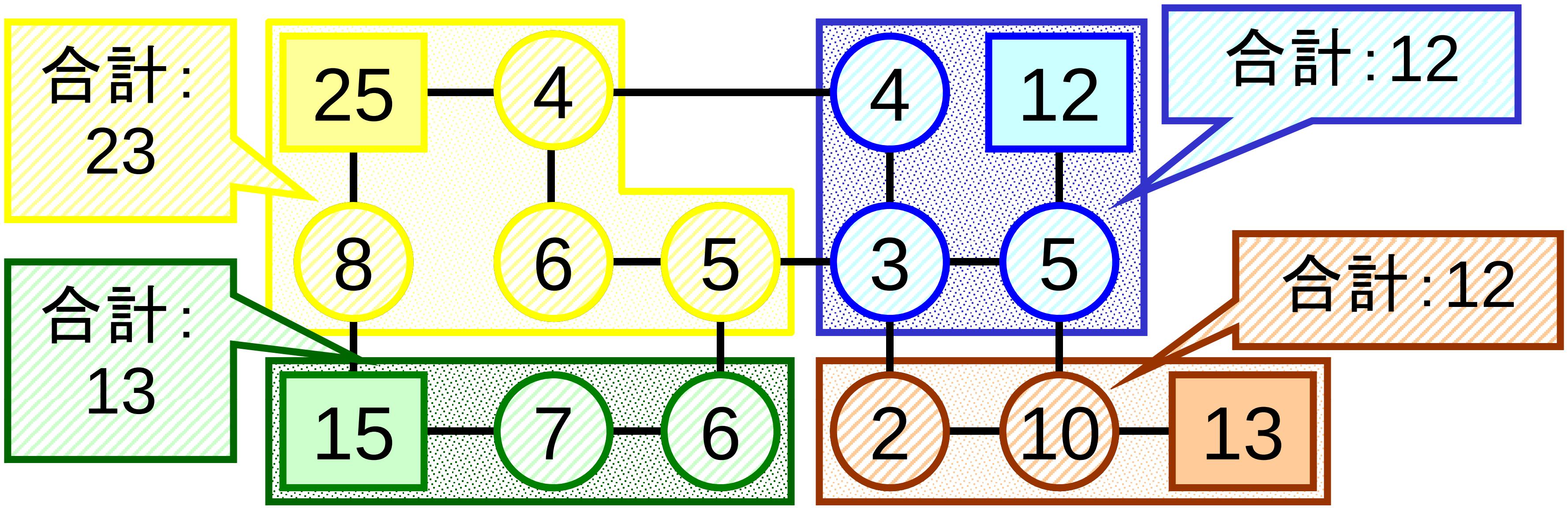


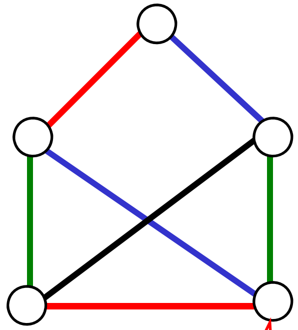
全彩色


木 (k=1)
直並列グラフ(k=2)
部分k木(k=定数)
グラフ全体(任意のk)
平面グラフ
描画


直交描画
直交描画


合計:
23
合計:
13
合計:12
合計:12
25
4
8
6
5
15
7
6
4
12
3
5
2
10
13


合計:
23
合計:
13
合計:12
合計:12
25
4
8
6
5
15
7
6
4
12
3
5
2
10
13



辺彩色

最大次数
Δ ＝3

彩色問題

最小色数の上界

ア…ゴリズ…

一…グラフに対し、Δ ＋1…の色
…彩色可能 …izing 1965]

…グラフ(k=2)や…木(k端子)：

2kであるなら…
で辺彩色可…

…彩色
…とに

=3端子直並列グラフ

直並列グラフ(k=2)

部分k木(k=定数)

グラフ全体(任意のk)

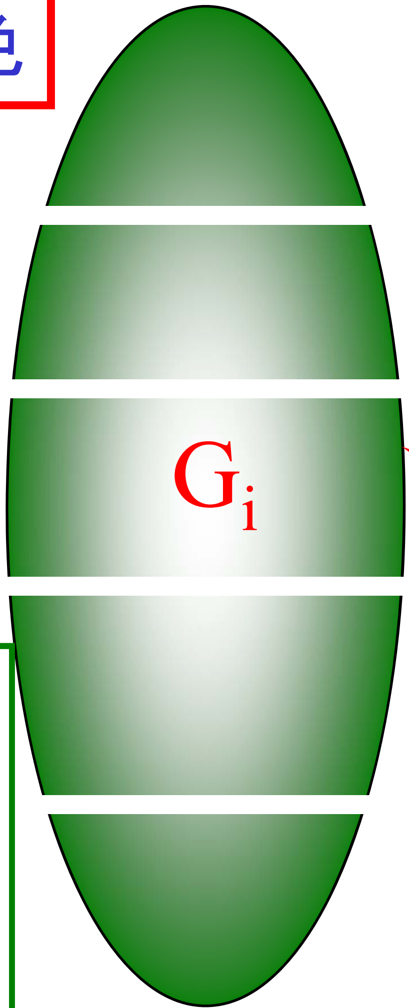
一般のグラフを辺彩色するには，最大次数Δ以上の色がどうしても必要です。

分解

辺彩色

$$2k \leqq \boxed{\Delta(G_i)} \leqq 3k$$

$$\sum_i \boxed{\Delta(G_i)} = \Delta(G)$$



最大次数Δが大きいとき

辺集合をいくつかの部分集合に分解する。

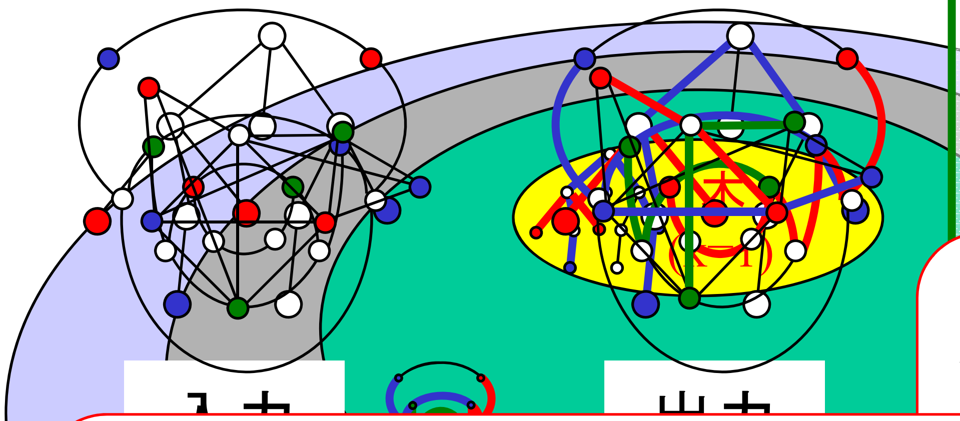
部分k木G

研究内容の概要

応用グラフ理論
計算理論

▷ 彩色問題

▶ 辺素な道問題



既知

木(k=1) :
多項式時間で解ける

研究成果

直並列グラフ(k=2) : NP-完全

部

木 …、同じ色の
…な

木に対し多項式時間で解けて，直並列グラフに対しNP困難である自然な問題はいままで知られていなかった

応用グラフ理論
(計算量理論)

- 彩色問題
- 辺素な道問題
- グラフ分割問題

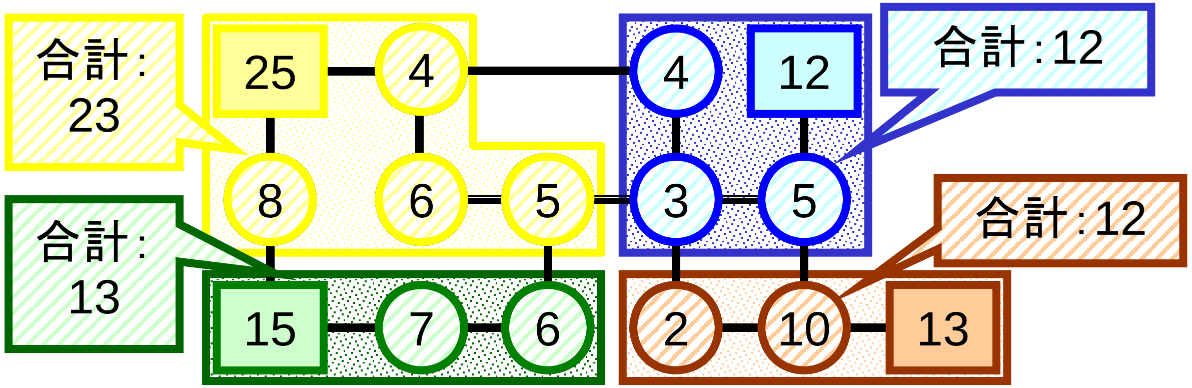
研究成果

木: NP困難
近似可能(FPTAS)

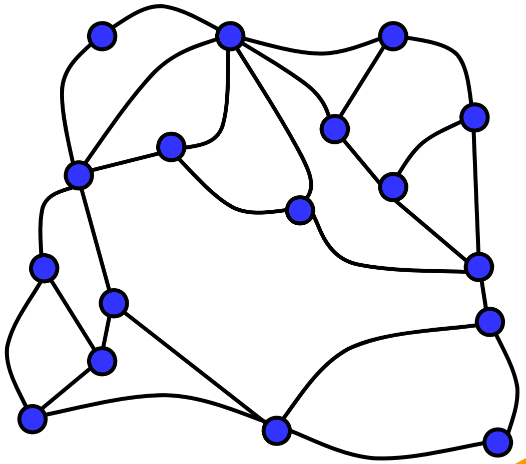
一般グラフ:
近似困難

極めてよい近似
アルゴリズム

P=NPでない限り,
近似アルゴリズムすら存在しそうもない



グラフ描画

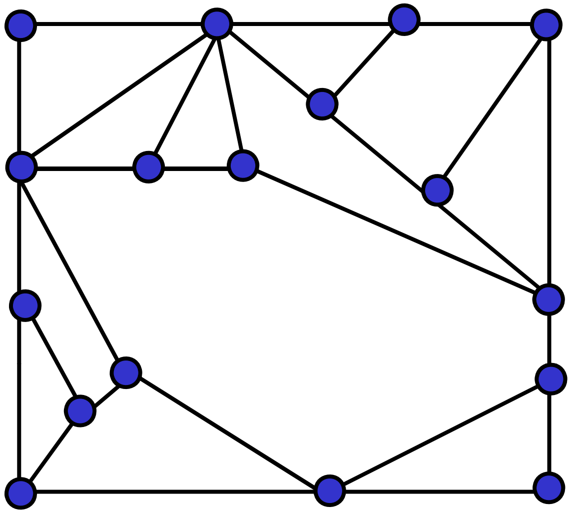


グラフをできるだけ“見やすく”描画したい

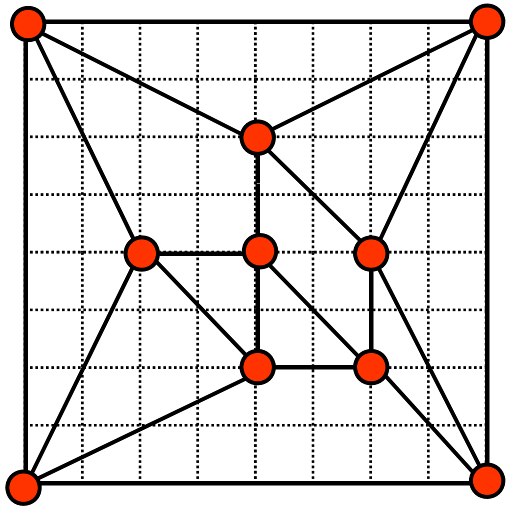
応用により要求される
“見やすさ”が異なる

様々な描画法

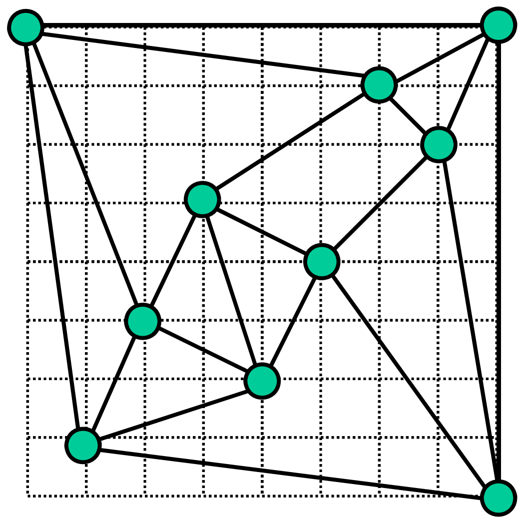
凸描画



格子凸描画



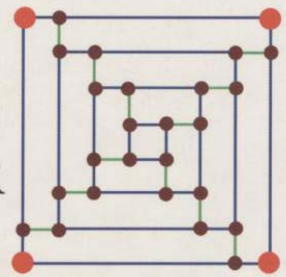
矩形勢力描画



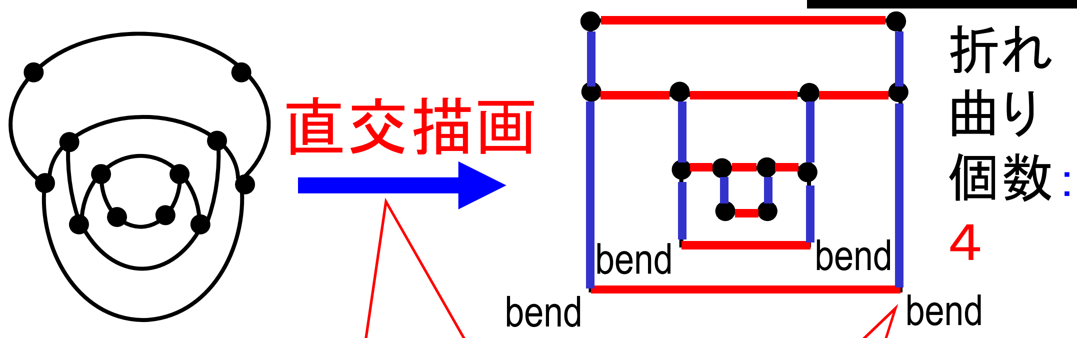
etc…

Lecture Notes Series on Computing – Vol. 12

PLANAR GRAPH DRAWING



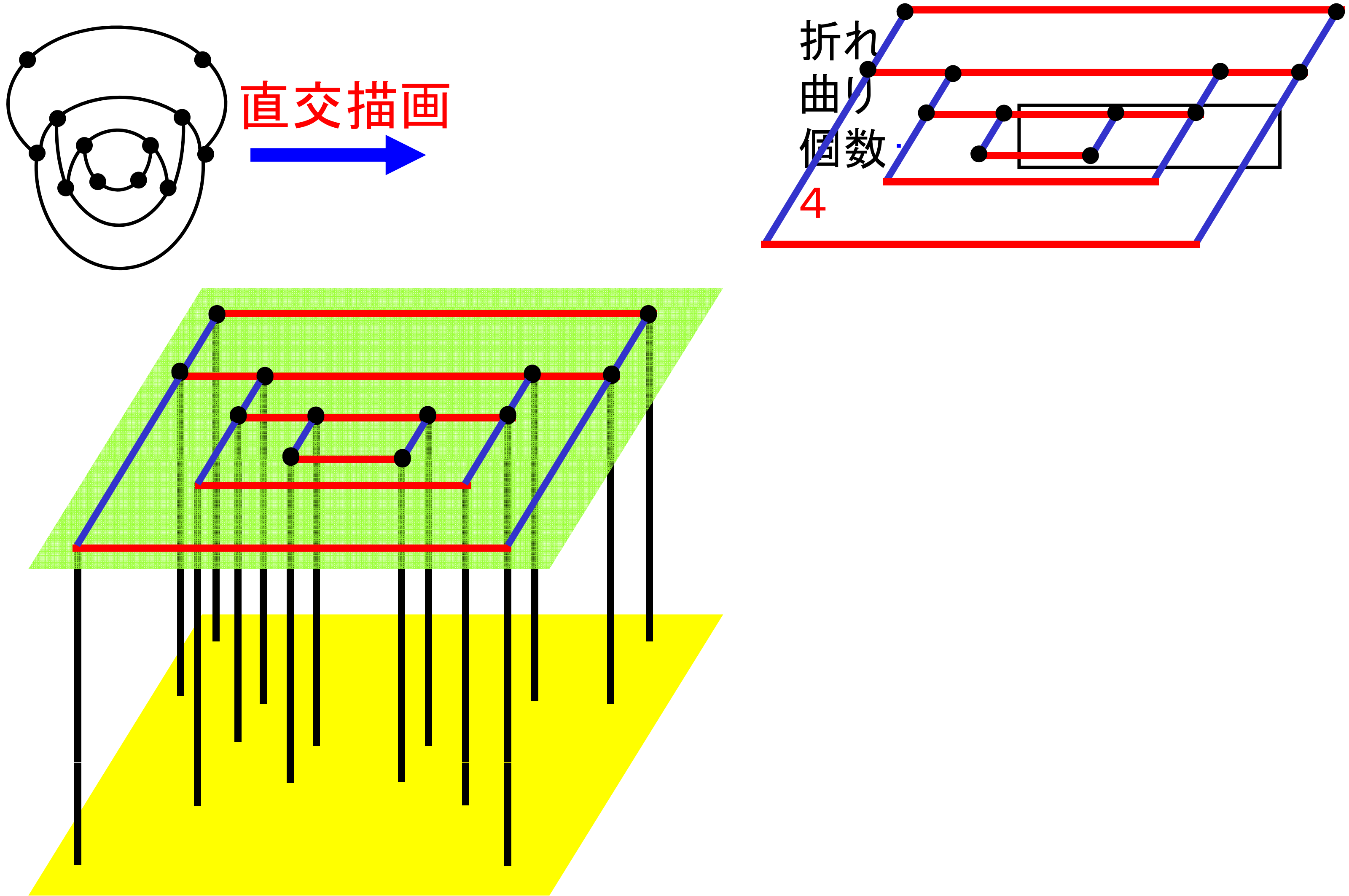
Takao Nishizeki
Md. Saidur Rahman

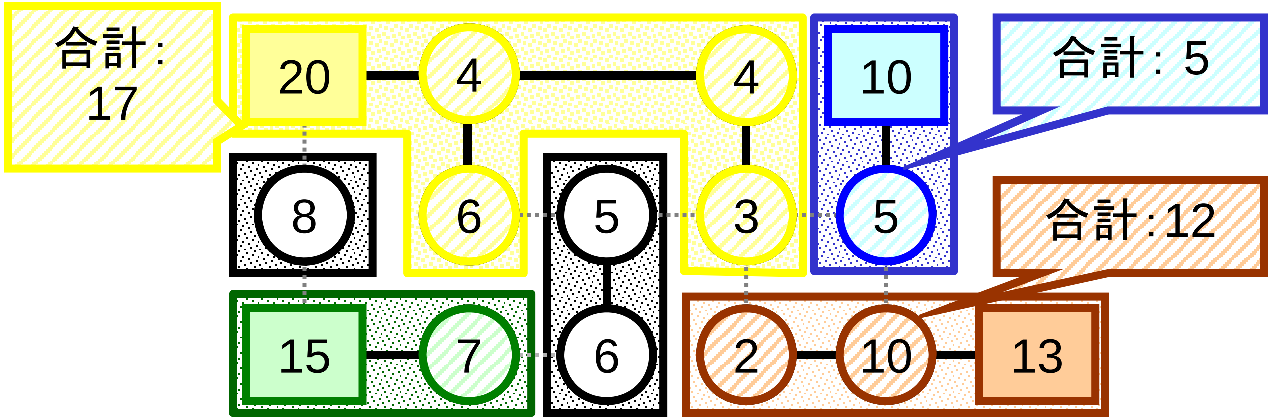


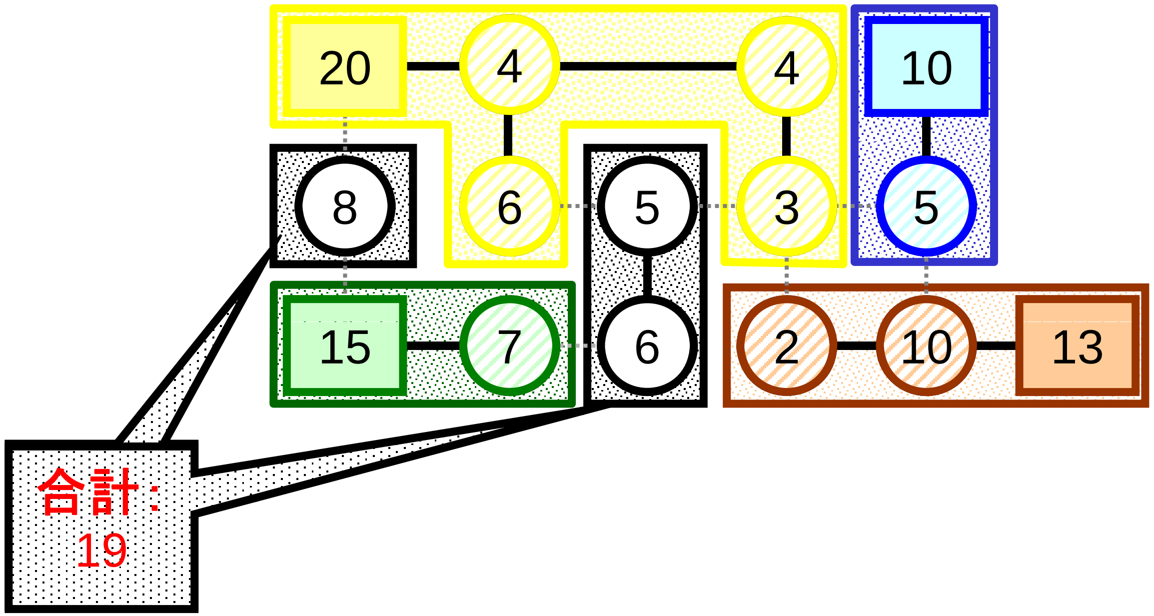
▶ グラフ描画

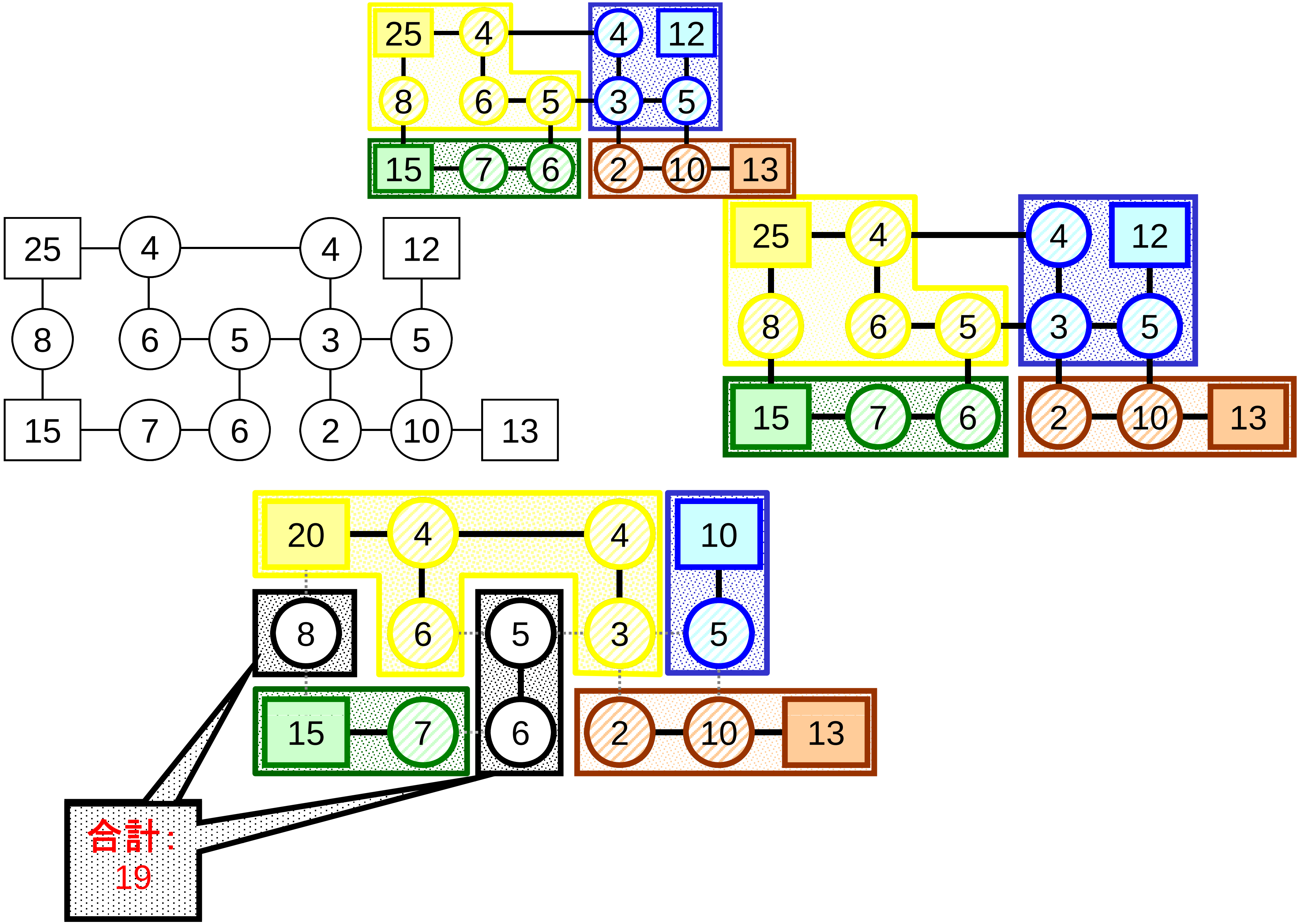
本研究では，最小折れ曲りの直交描画を見つけるアルゴリズムを研究開発した。

点以外のところでの水平線分と垂直線分の交点は折れ曲がり(bend)という。


直交描画
折れ曲り個数:4


合計:
17
20
4
4
10
合計: 5
8
6
5
3
5
合計:12
15
7
6
2
10
13


20
4
4
10
8
6
5
3
5
15
7
6
2
10
13
合計:
19


合計:
19

発表の流れ

- 研究内容の概要
- 主な研究テーマの紹介
- 今後の研究課題

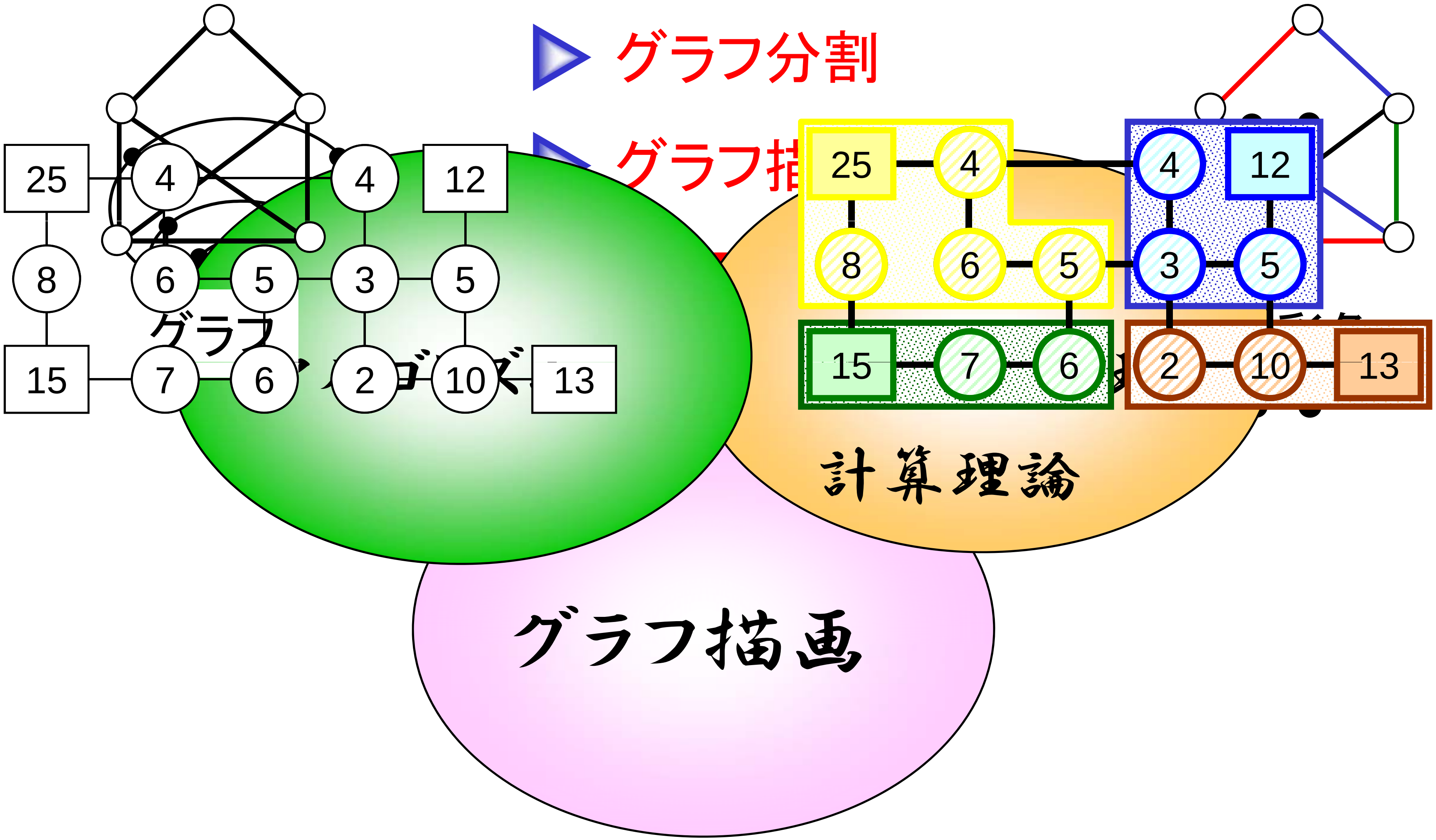
応用グラフ理論

計算理論

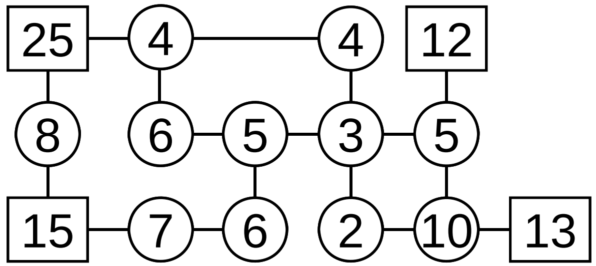
便宜上これら3つに分類しましたが，個々の研究テーマはこれら3つのいくつにまたがります。

主な研究テーマの紹介

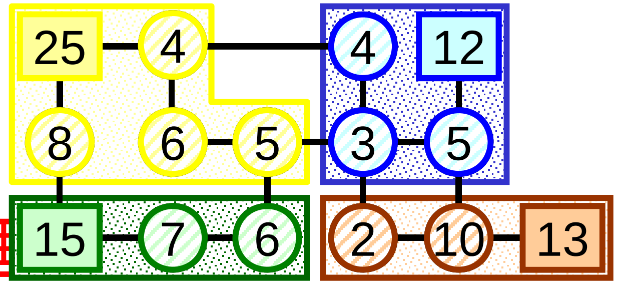
- グラフ分割
- グラフ描

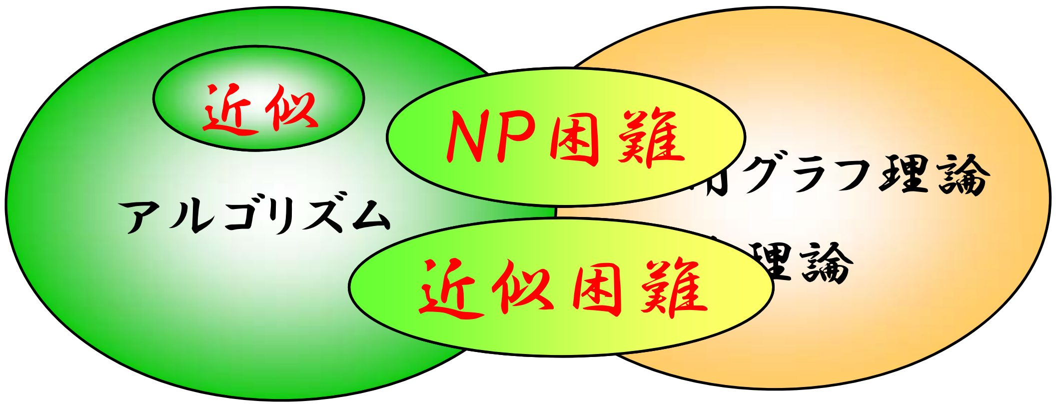


主な研究テーマの紹介

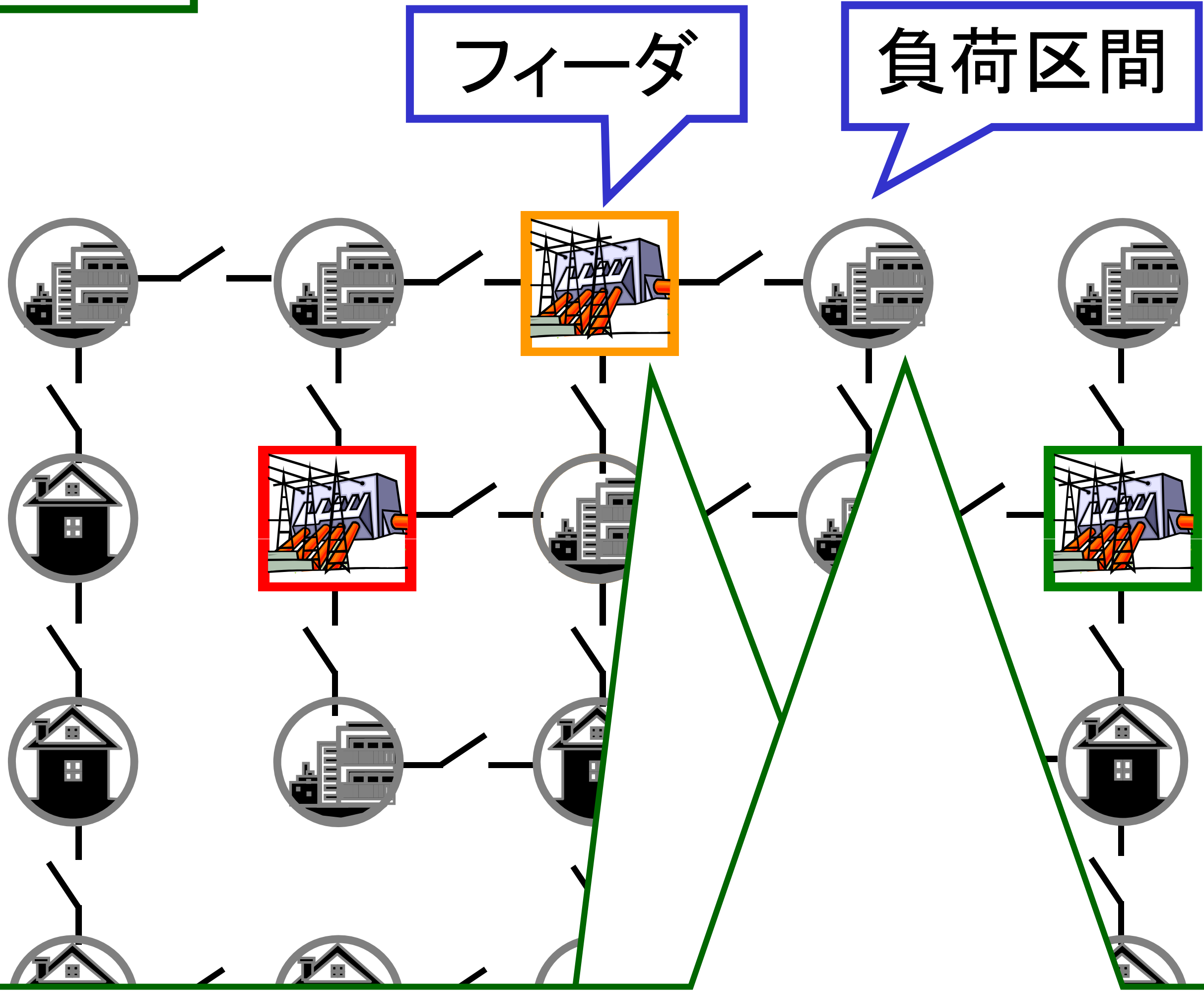


- グラフ分割
- グラフ直交描画
- グラフ彩色

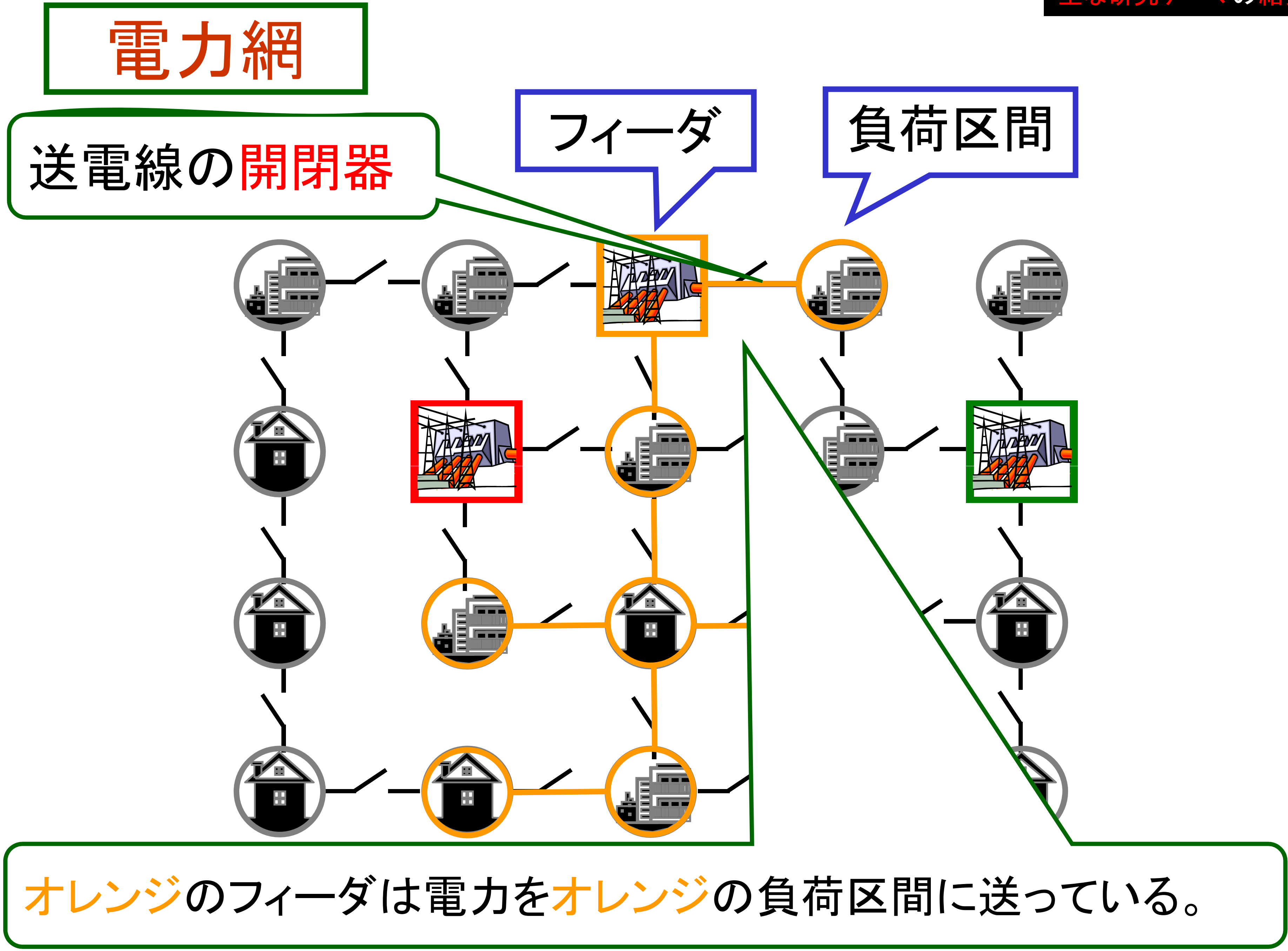




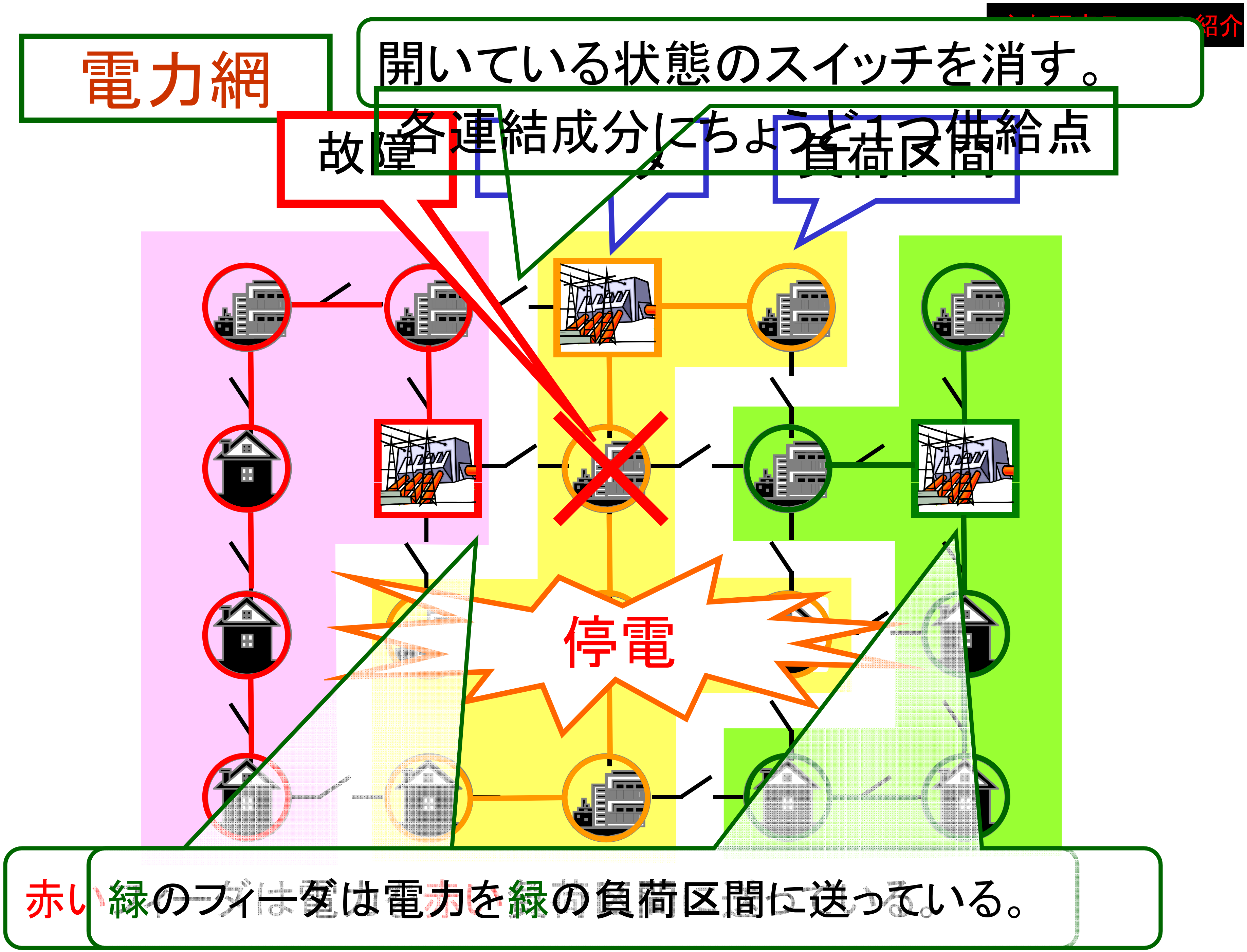
電力網



電力を消費する病院や学校や住宅などの負荷区間を丸で表す。

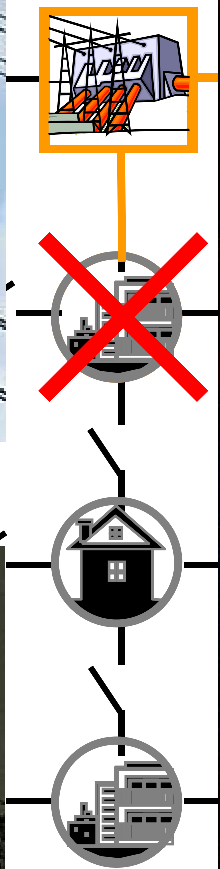


電力網
送電線の開閉器
フィーダ
負荷区間
オレンジのフィーダは電力をオレンジの負荷区間に送っている。


紹介
電力網
開いている状態のスイッチを消す。
各連結成分にちょうど1つ供給点
故障
負荷区間
停電
緑のフィーダは電力を緑の負荷区間に送っている。

例 ● The New York City Blackout(2003)

(2006)

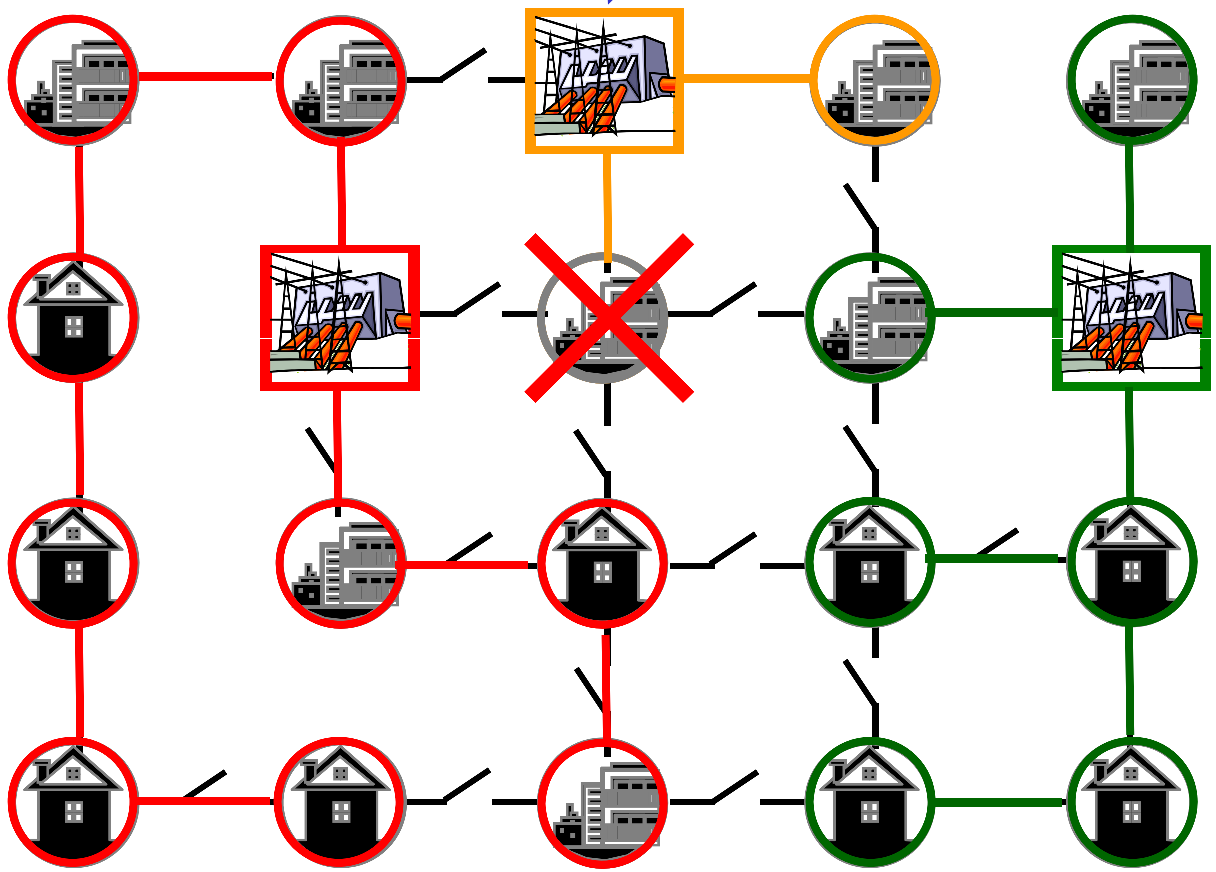


電力網

一刻も早く復旧させたい

フィーダ

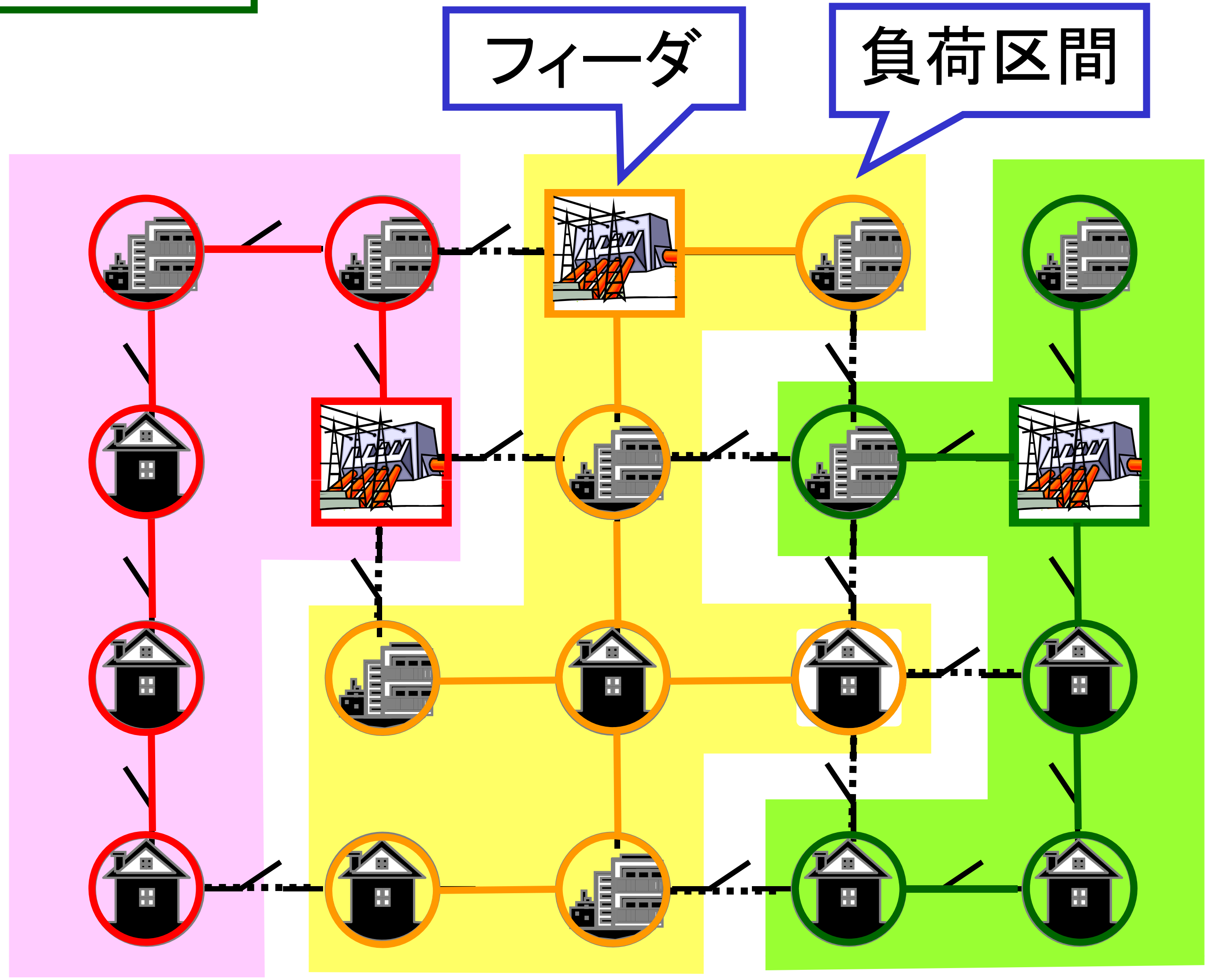
負荷区間



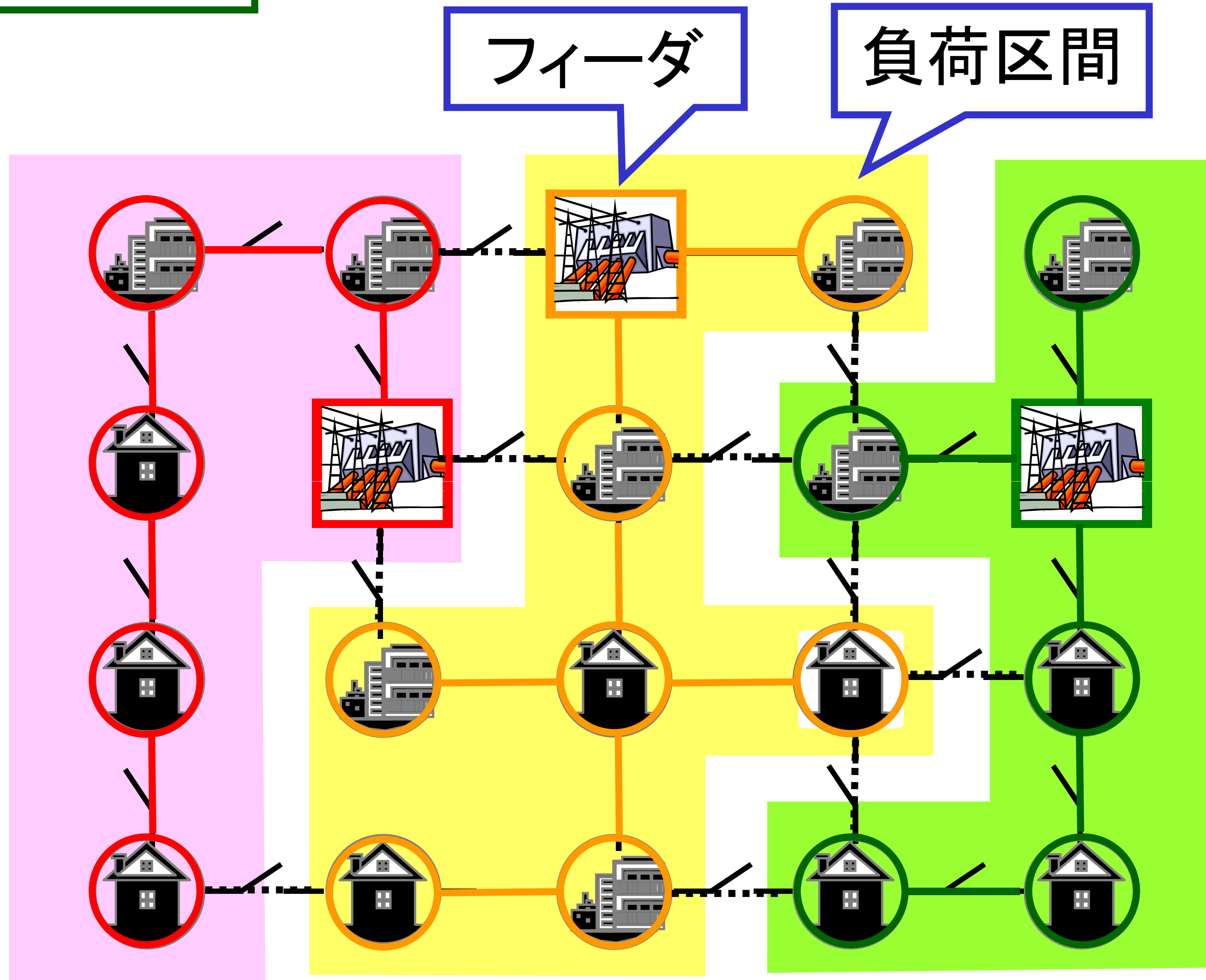
周りで余っていた電力を停電区間に送ります.

開閉器をON-OFFしなおす

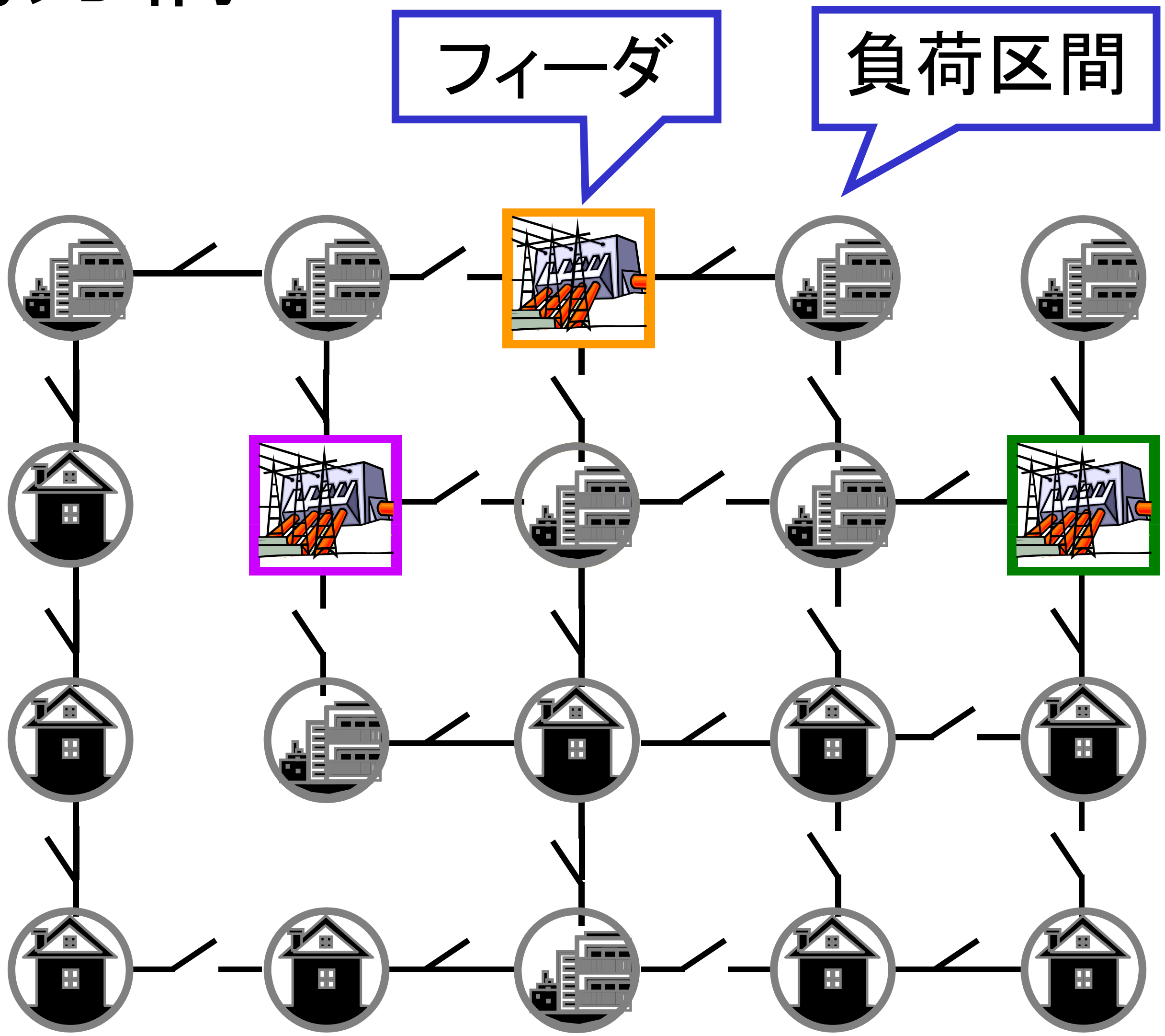
電力網



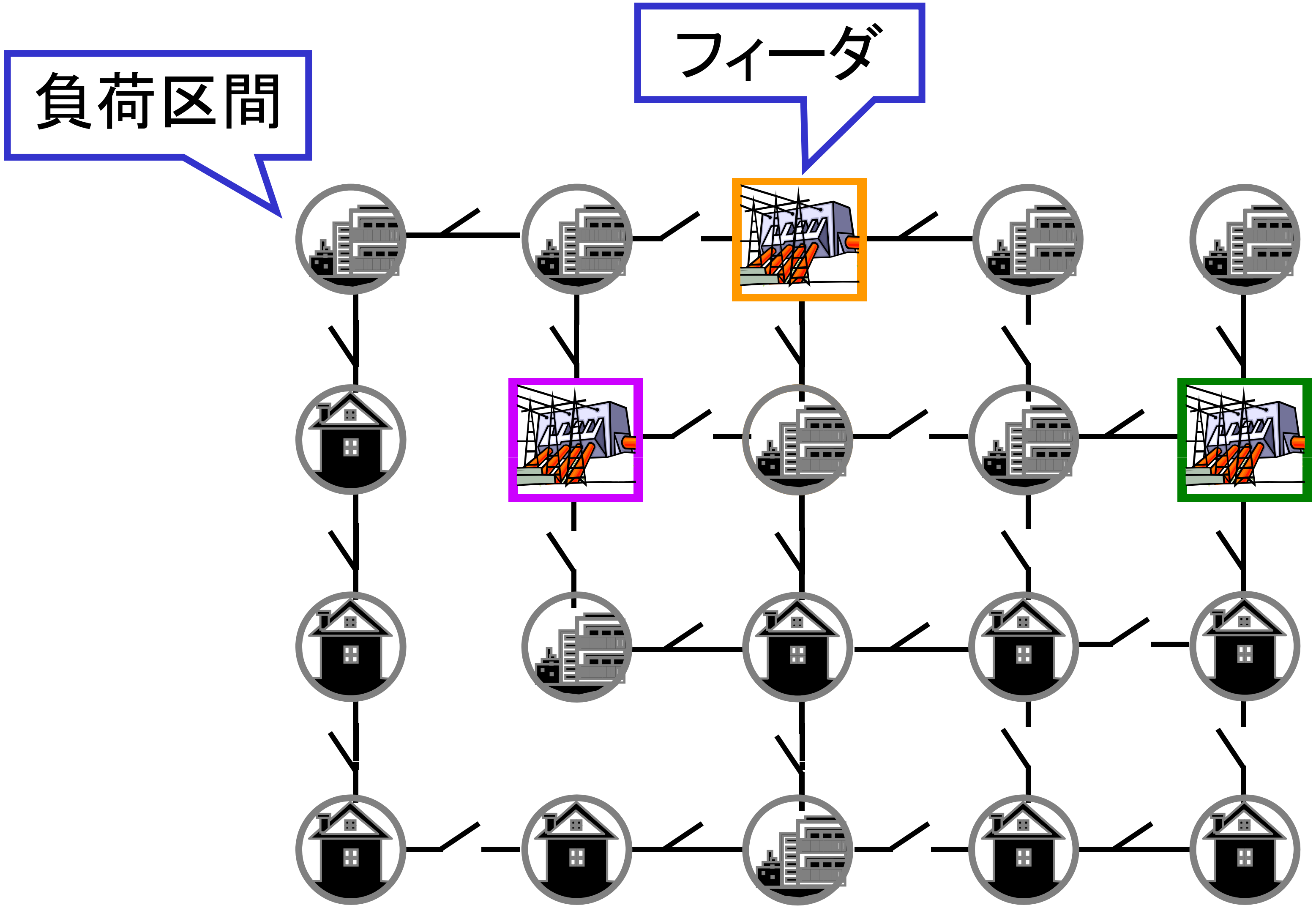
電力網



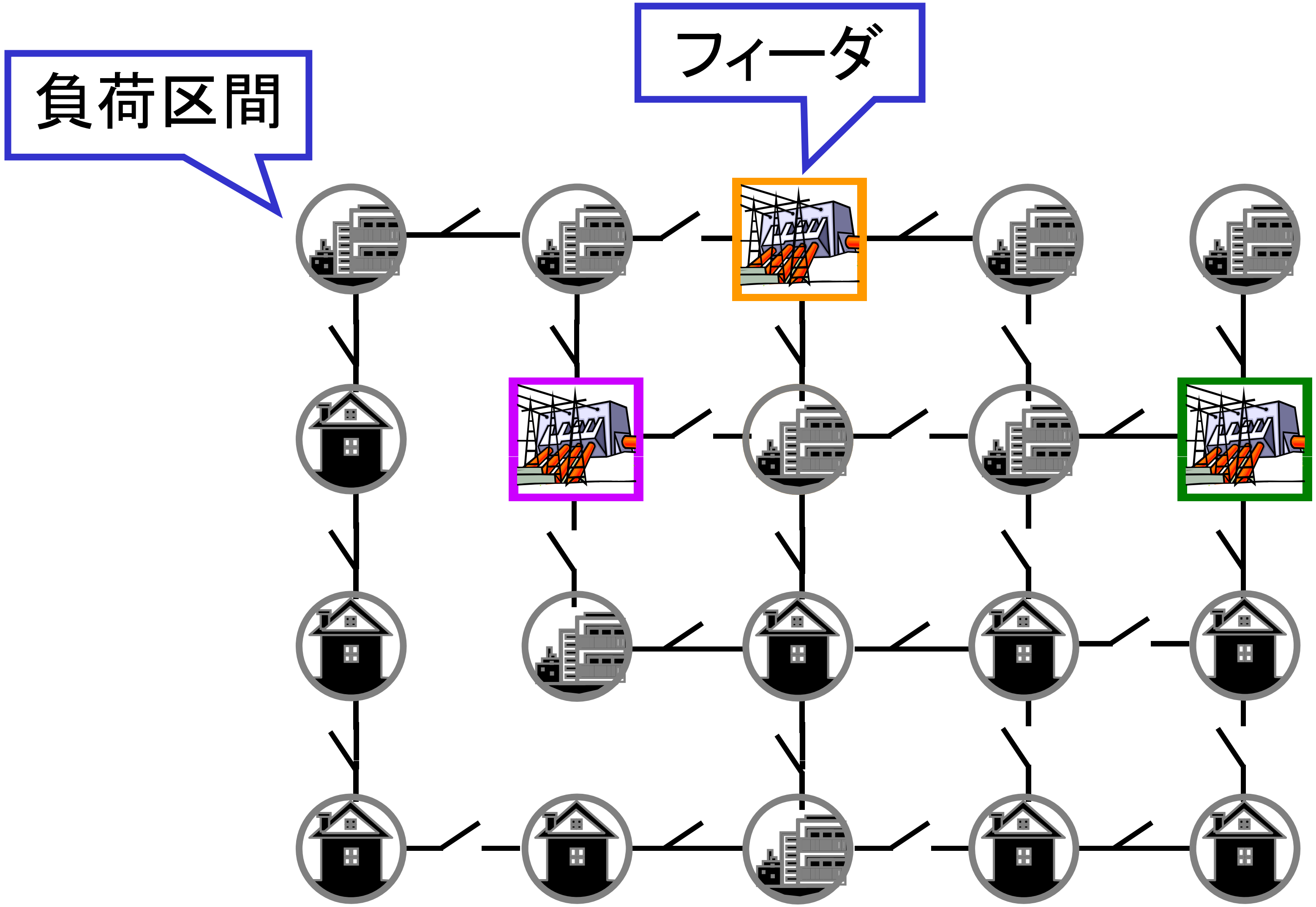
電力網



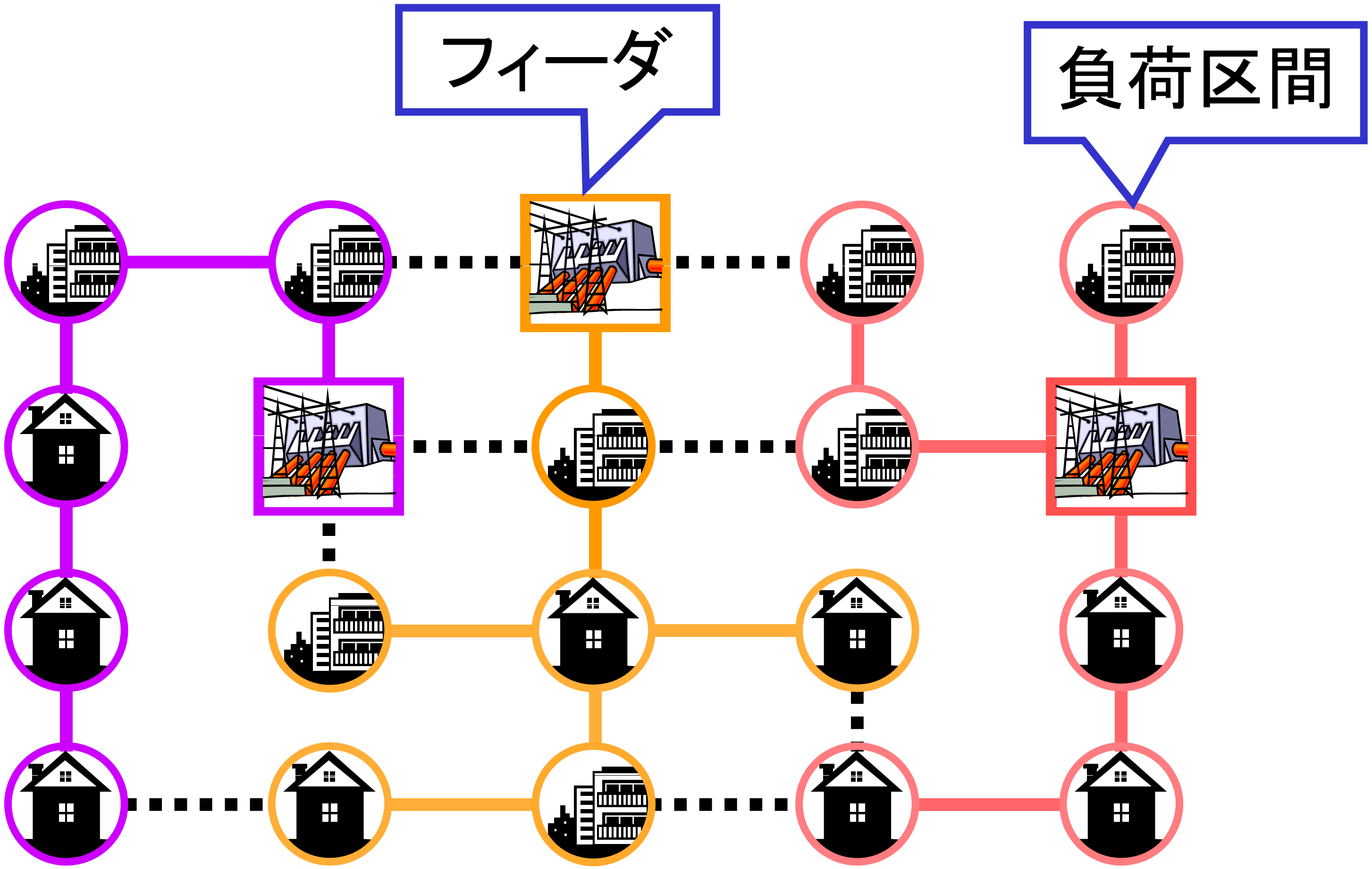
電力網



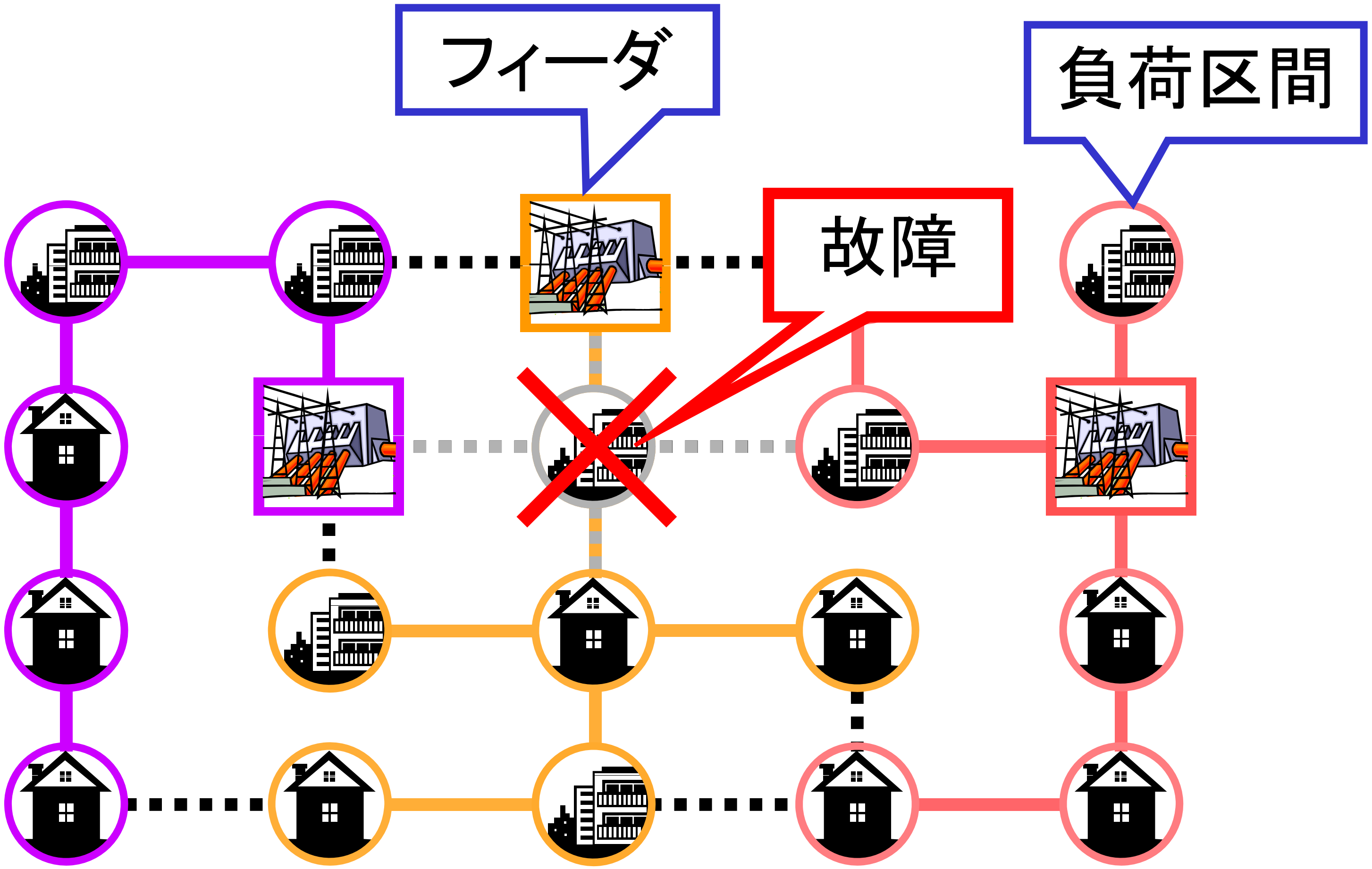
電力網



電力網



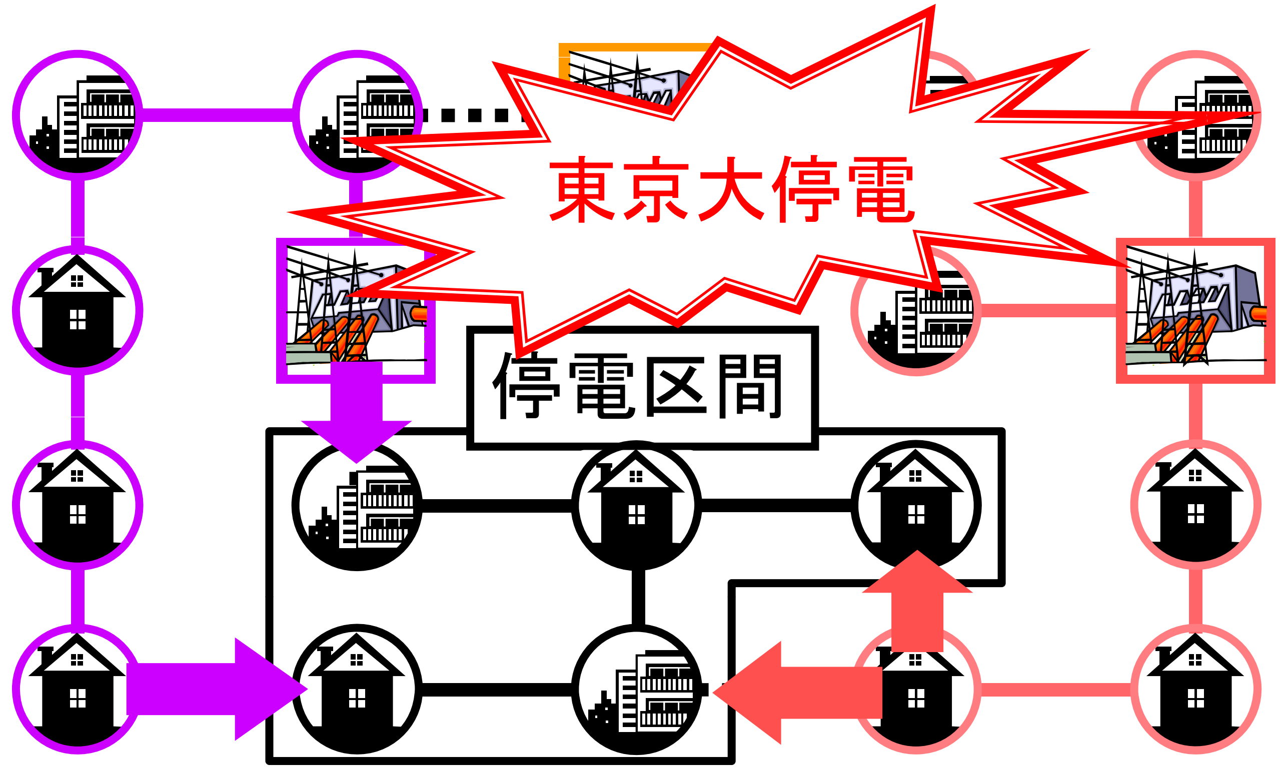
電力網



初めに

現在の電力網において

余力の送り方により復旧の程度が変わる



現在の電力網において

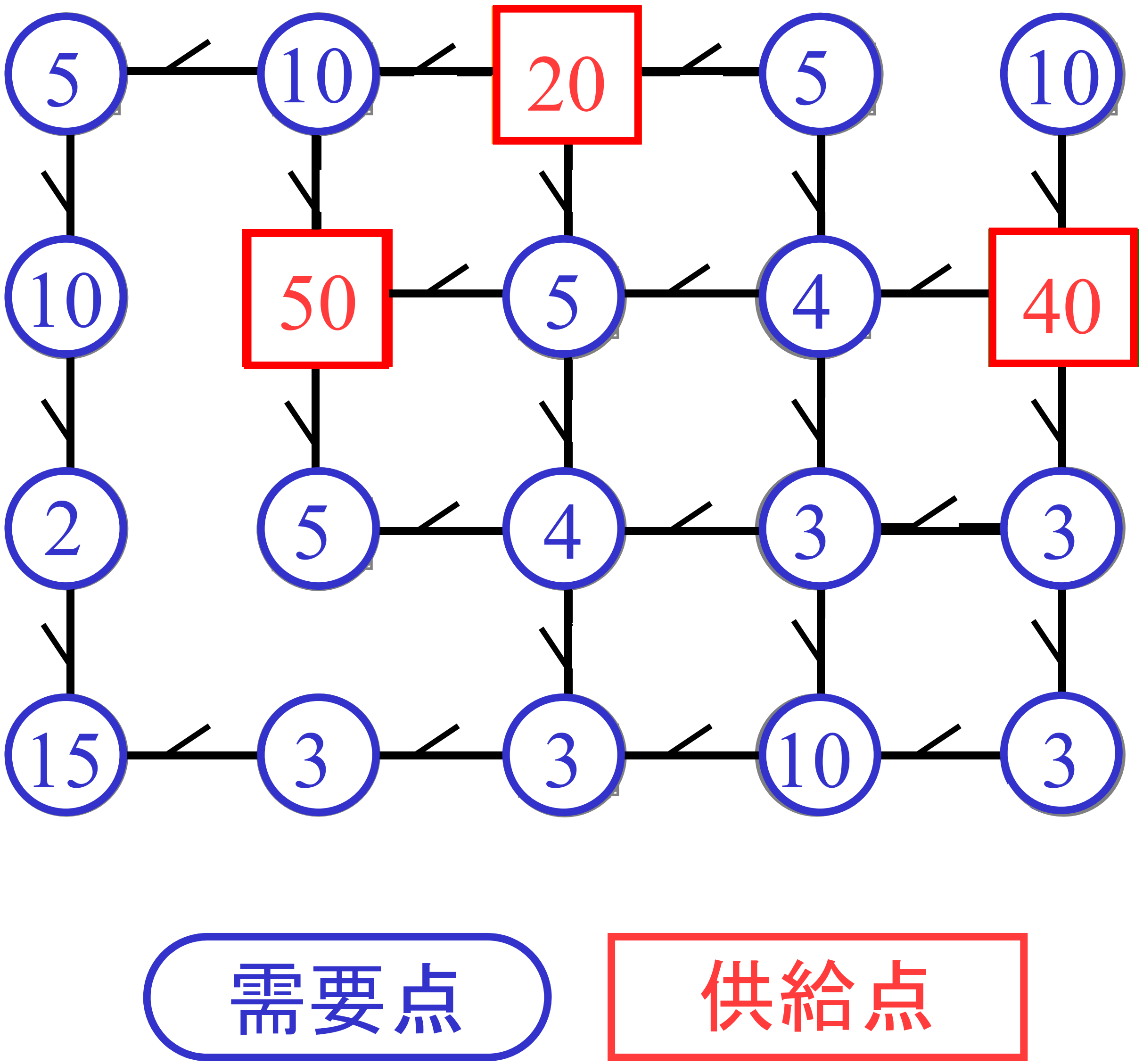
余った電力の送り方により復旧方法:
現在はオペレータの経験則に基づき復旧

・時間がかかり過ぎる
・余力の良い送り方がなかなか見つけられない

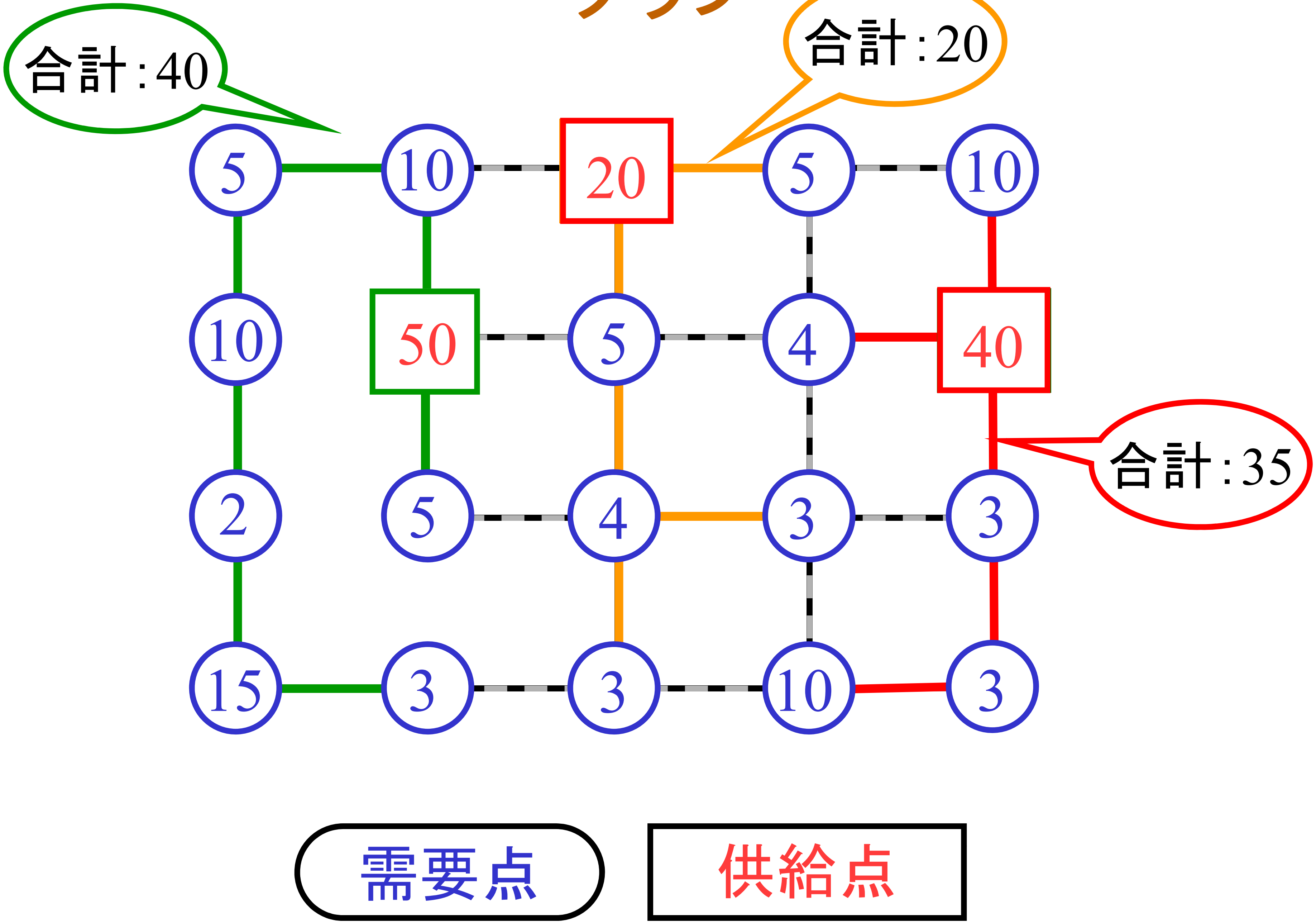
グラフを用いて定式化

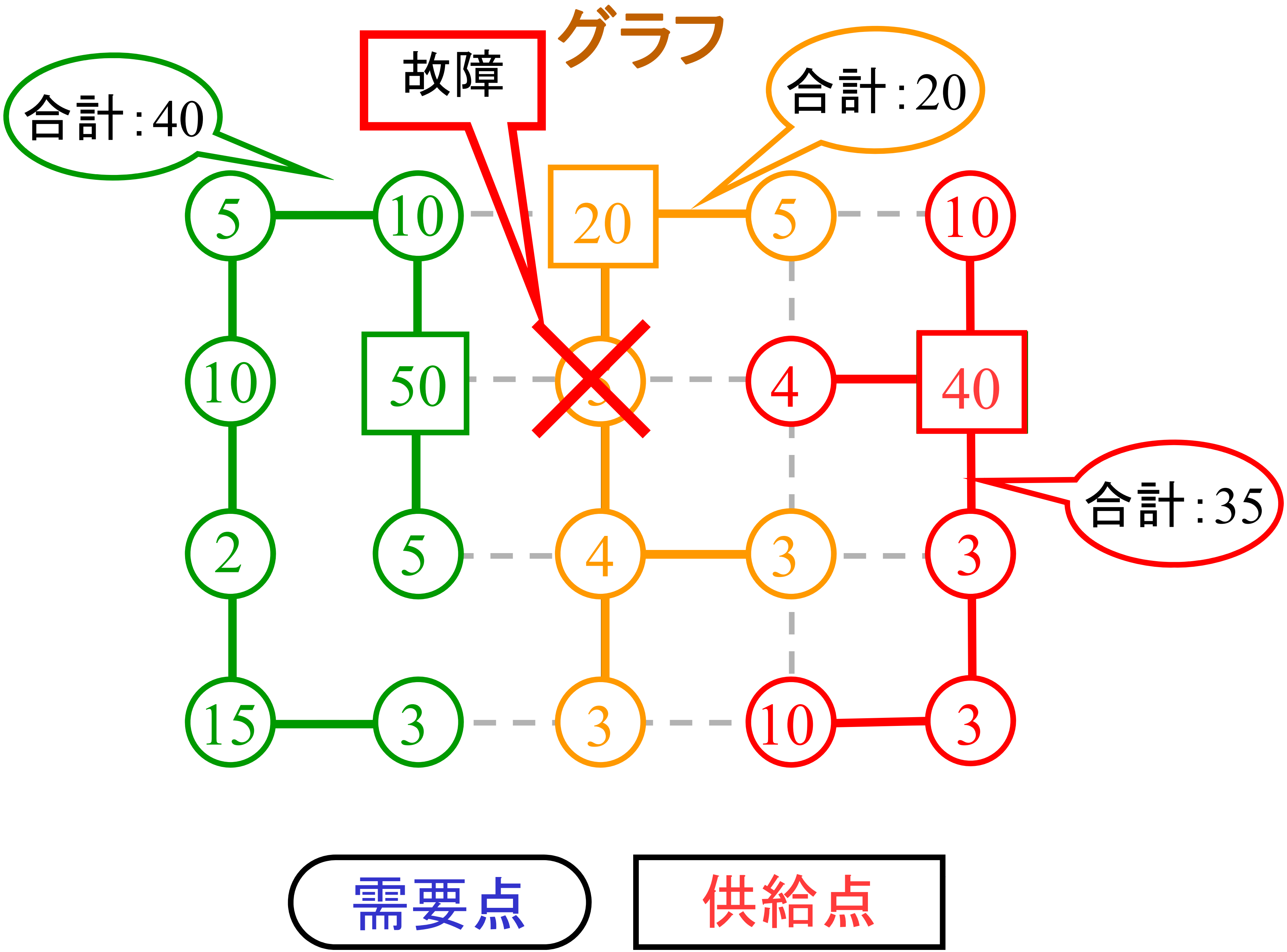
よい送り方を見つけることに成功した

グラフ

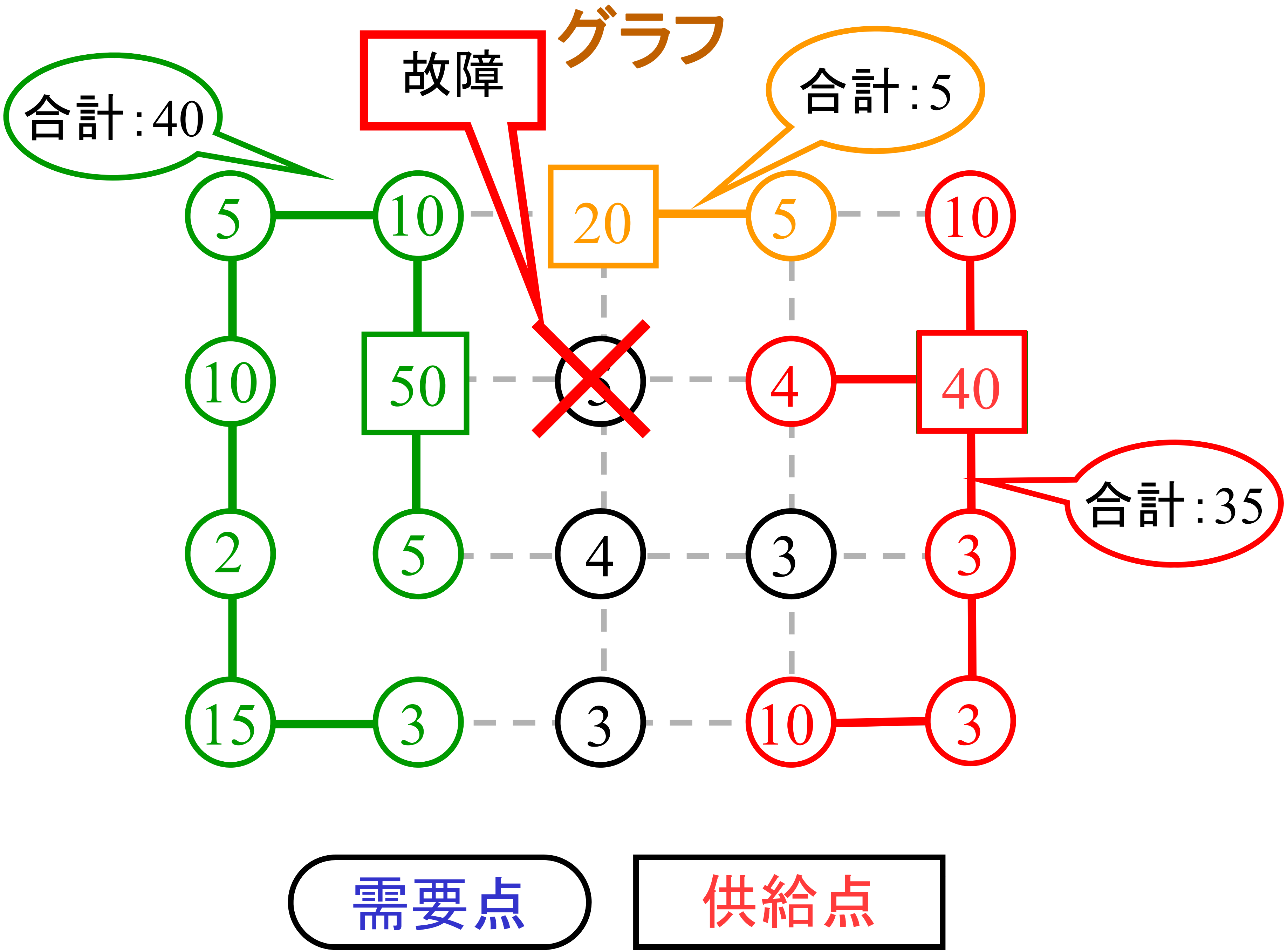


グラフ



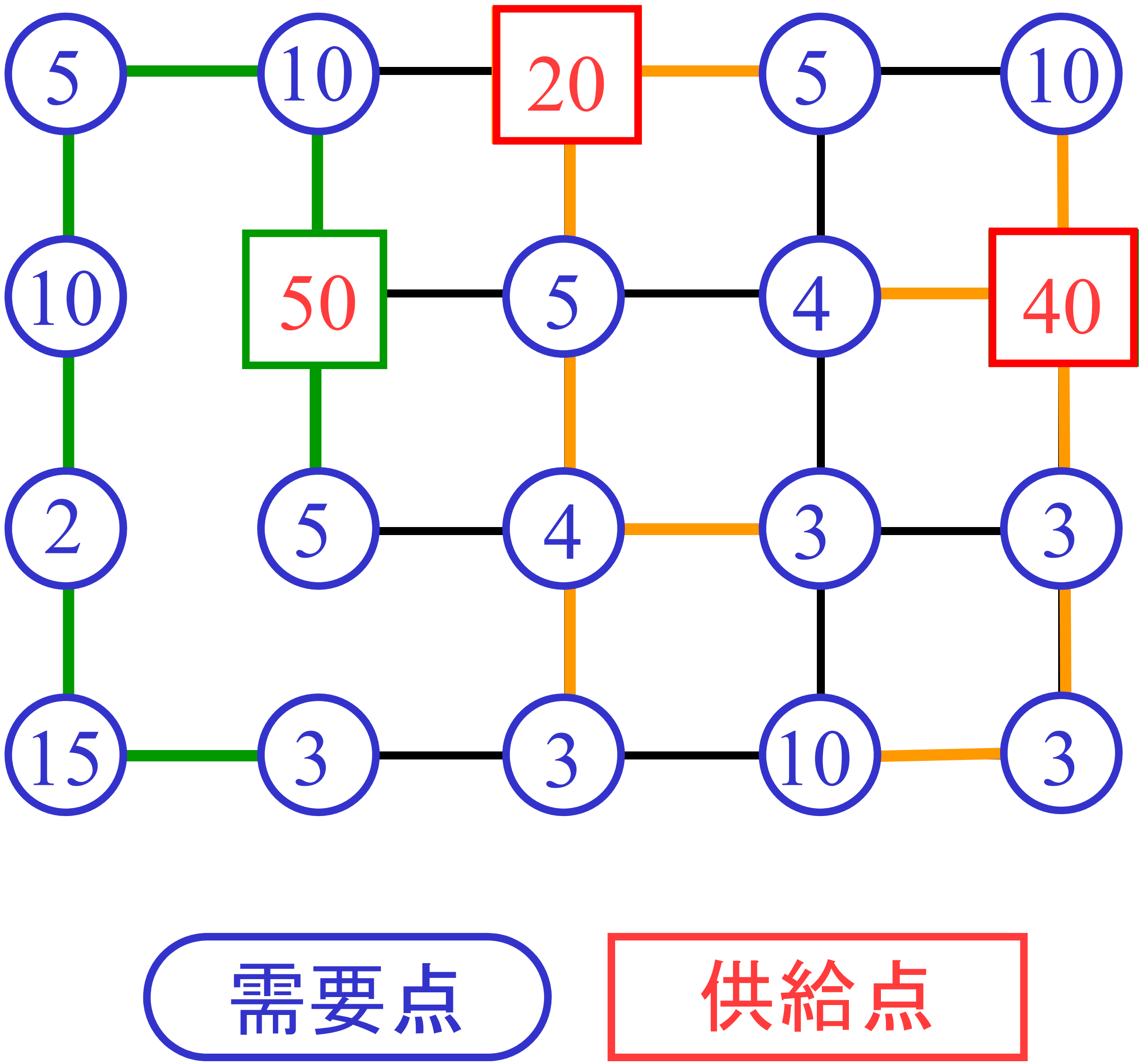


グラフ
故障
合計:40
合計:20
合計:35
5
10
20
5
10
10
50
4
40
2
5
4
3
3
15
3
3
10
3
需要点
供給点



グラフ
故障
合計:40
合計:5
合計:35
5
10
20
5
10
10
50
3
4
40
2
5
4
3
3
15
3
3
10
3
需要点
供給点

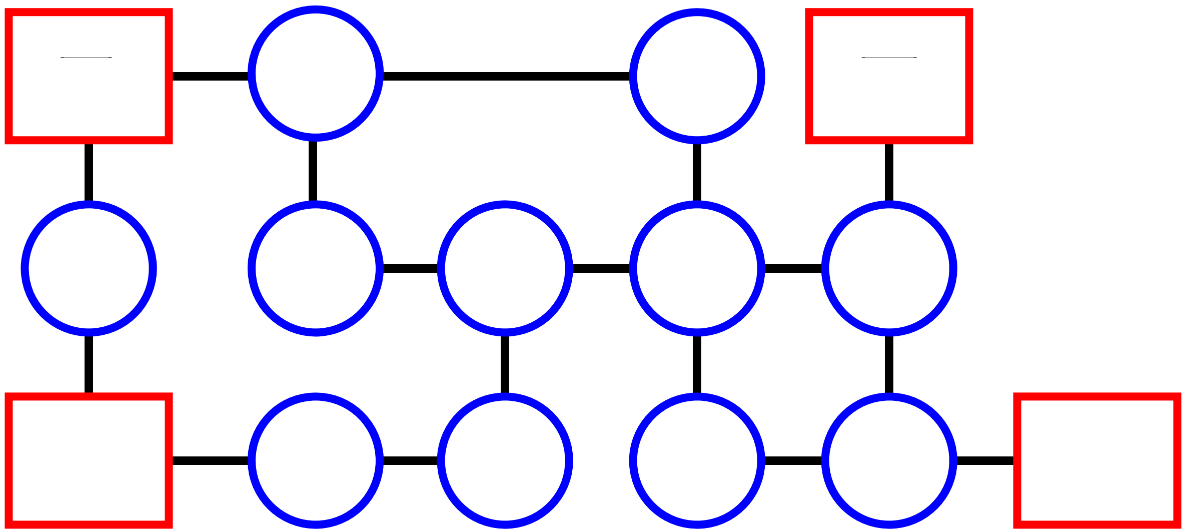
グラフ



グラフ

供給点 と需要点

グラフの点が2種類ある。

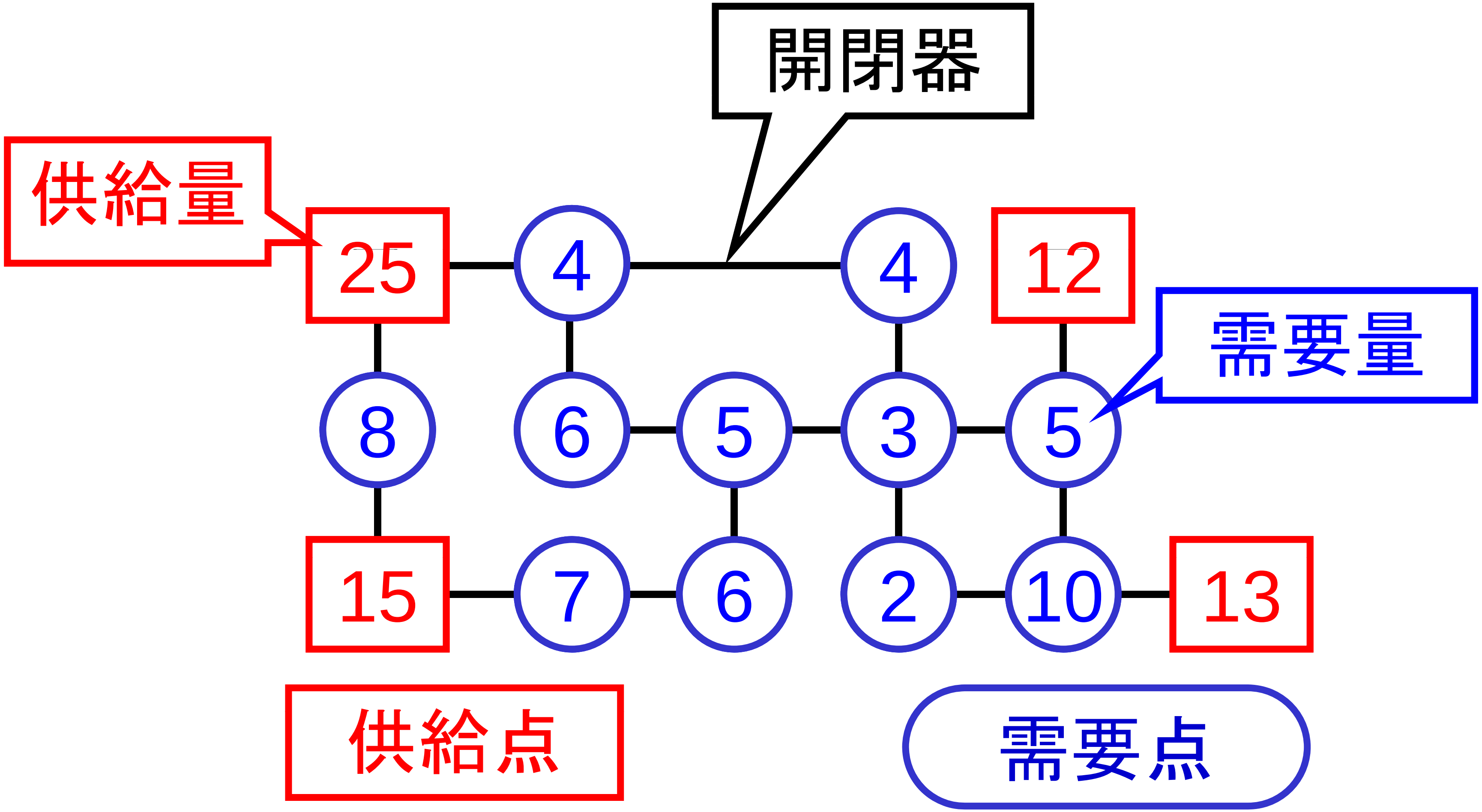


供給点

需要点

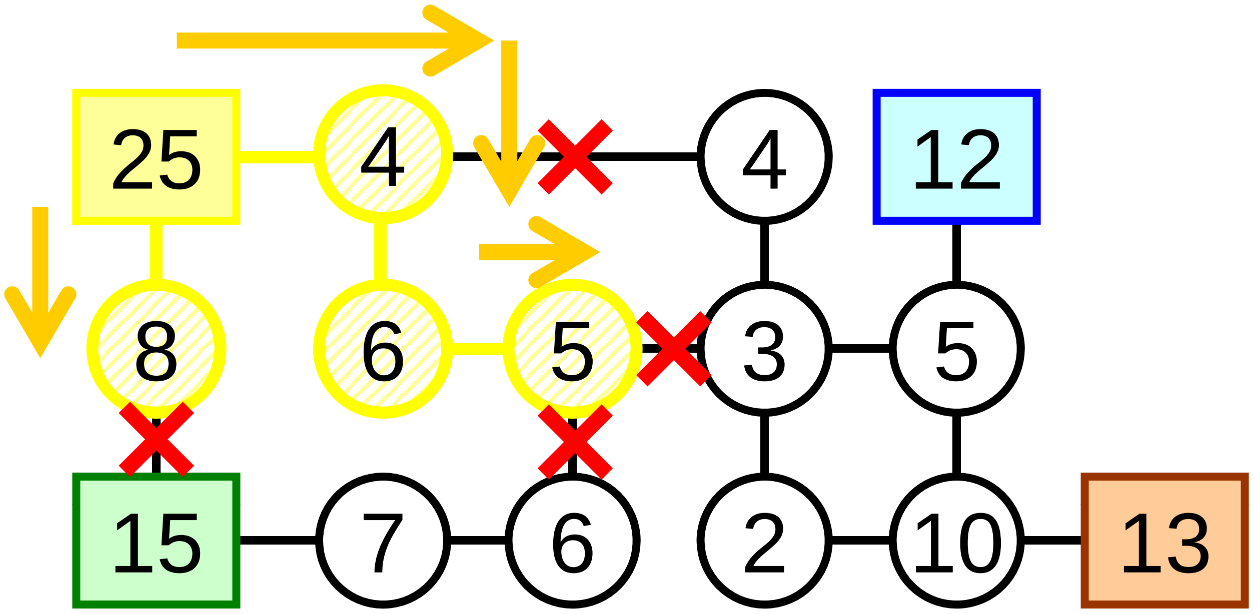
グラフ

グラフの辺は開閉器がある送電線を表す。



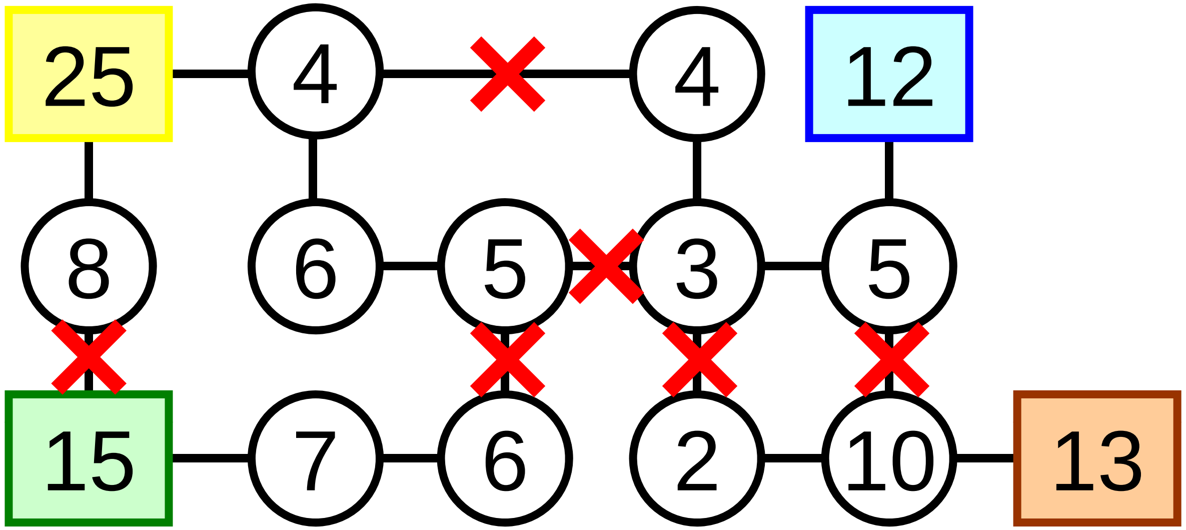
分割

次の条件 (a) , (b) を満たすようにグラフを分割する.



分割

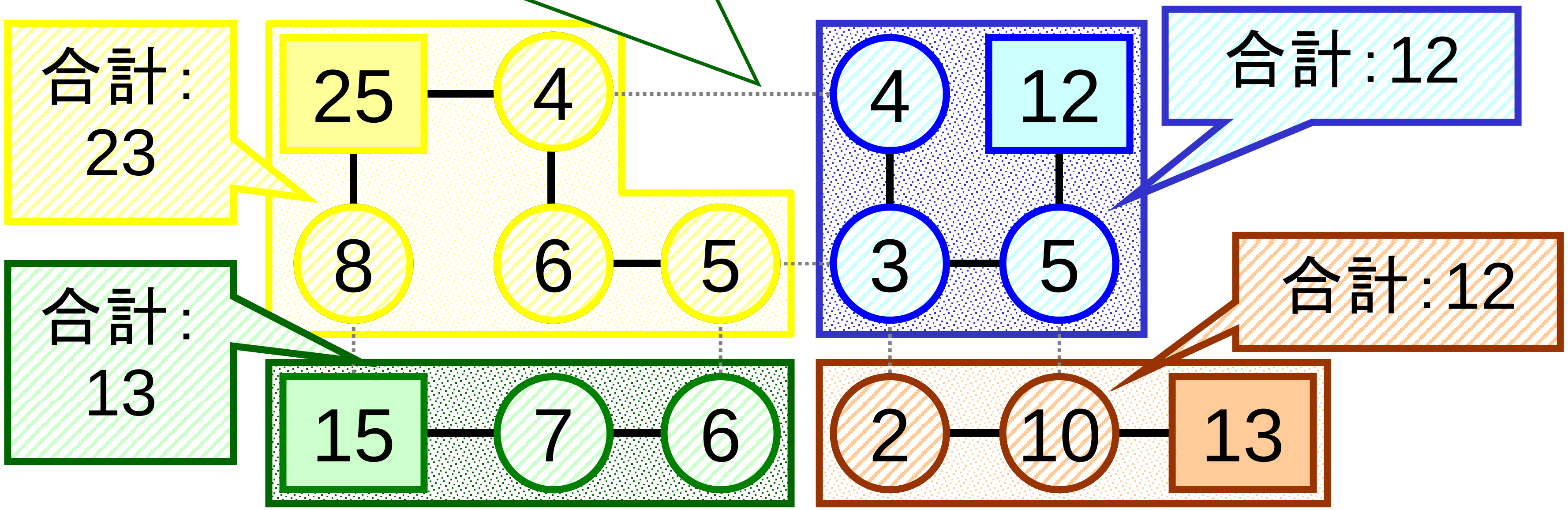
次の条件 (a) , (b) を満たすようにグラフを分割する.



分割

次の条件 (a) , (b) を満たすようにグラフを分割する.

スイッチが開いている送電線は灰色で描かれている。



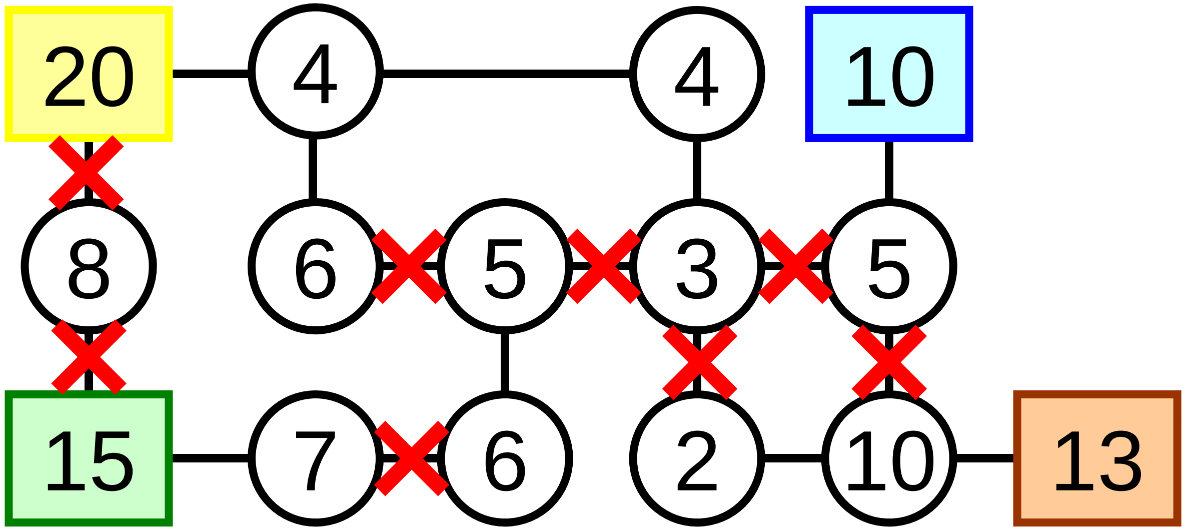
最大分割

需要量の合計：60

供給量の合計：58

その代わりに，次のような最大分割を求めます．

分割が存在しない

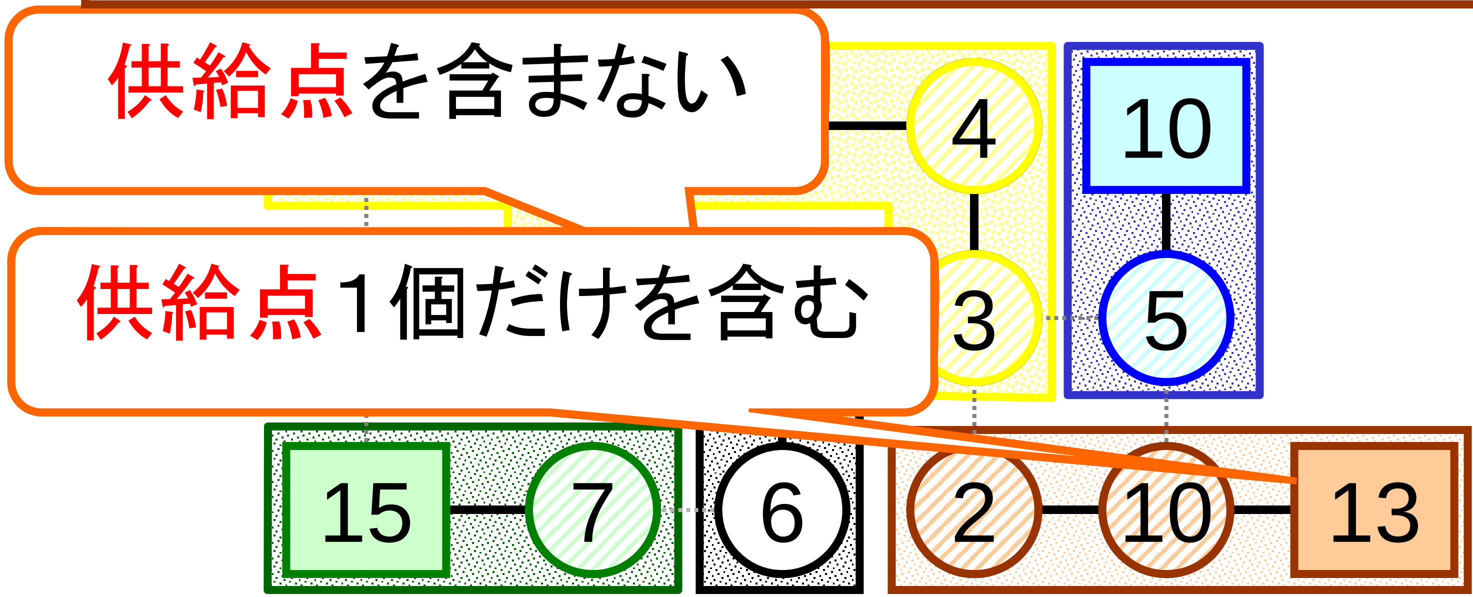


最大分割

次の条件 (a) , (b) を満たすようにグラフを分割する.

(a) : 各連結成分は高々1つの供給点を含む.

(b) : 供給点を含む連結成分において,
その供給量が需要量の合計以上となる.



最大分割

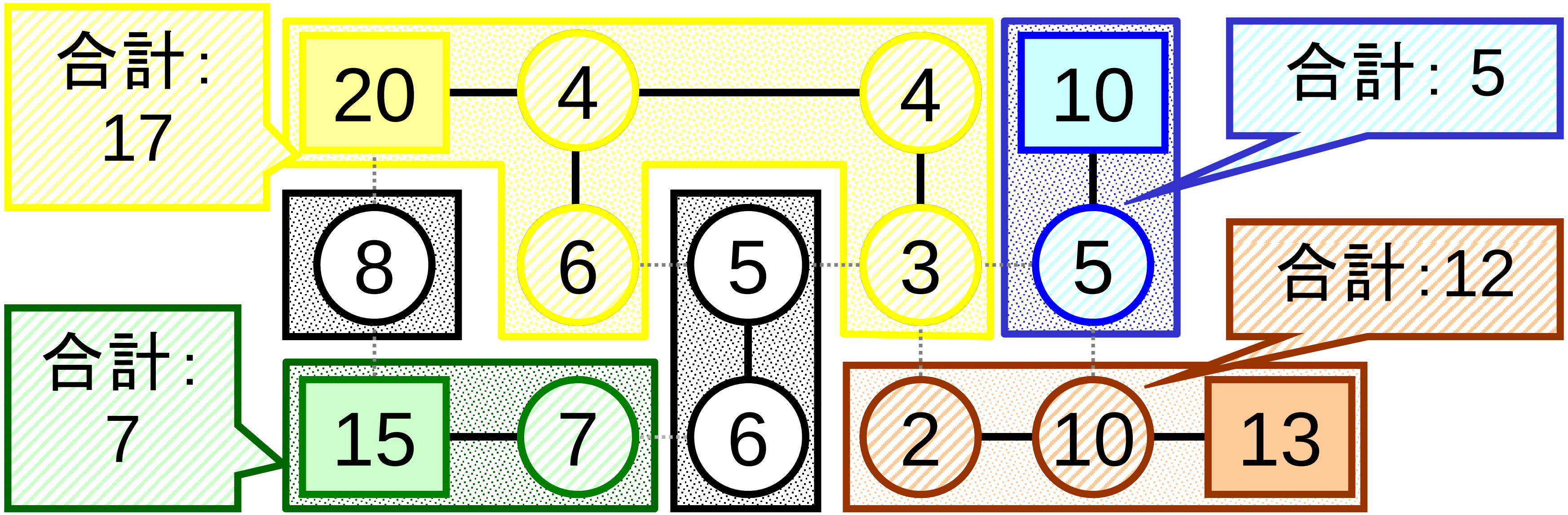
充足量が最大となる分割を求めたい

供給された電力量の合計

次の条件 (a (b) を満たすようにグラフを分割する.

(a) 含む.

(b) : 供給点を含む連結成分において,
その供給量が需要量の合計以上となる.

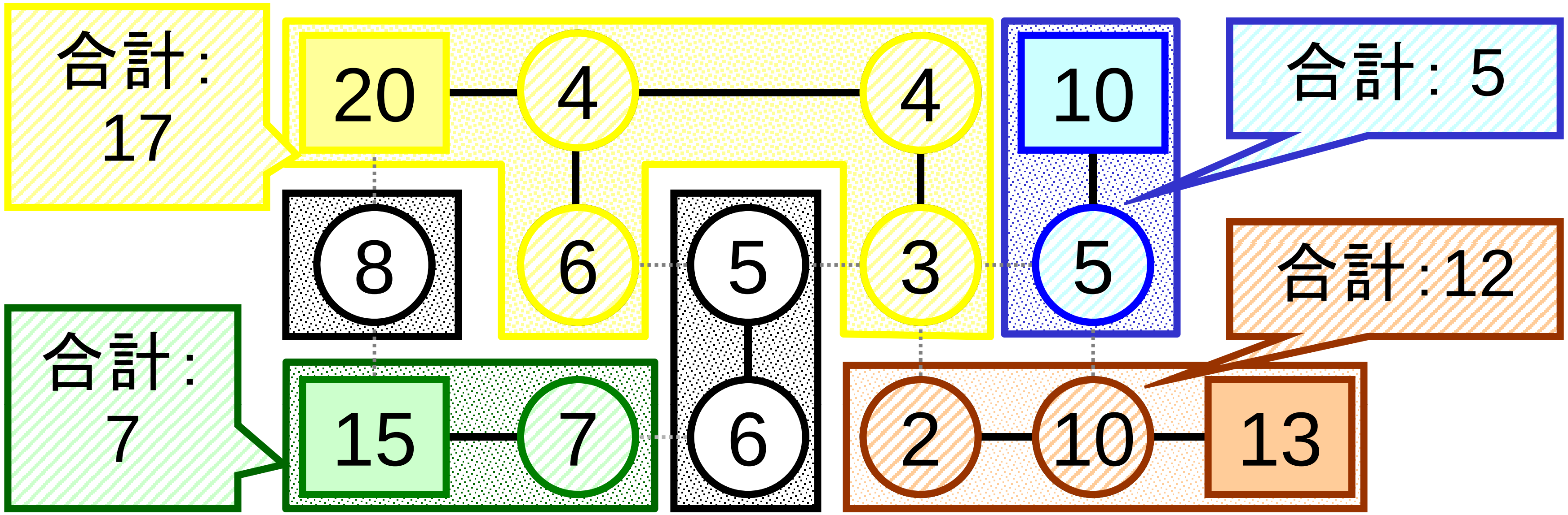


最大分割

充足量が最大となる分割を求めたい

この分割の充足量

$$17 + 5 + 12 + 7 = 41$$



最大分割

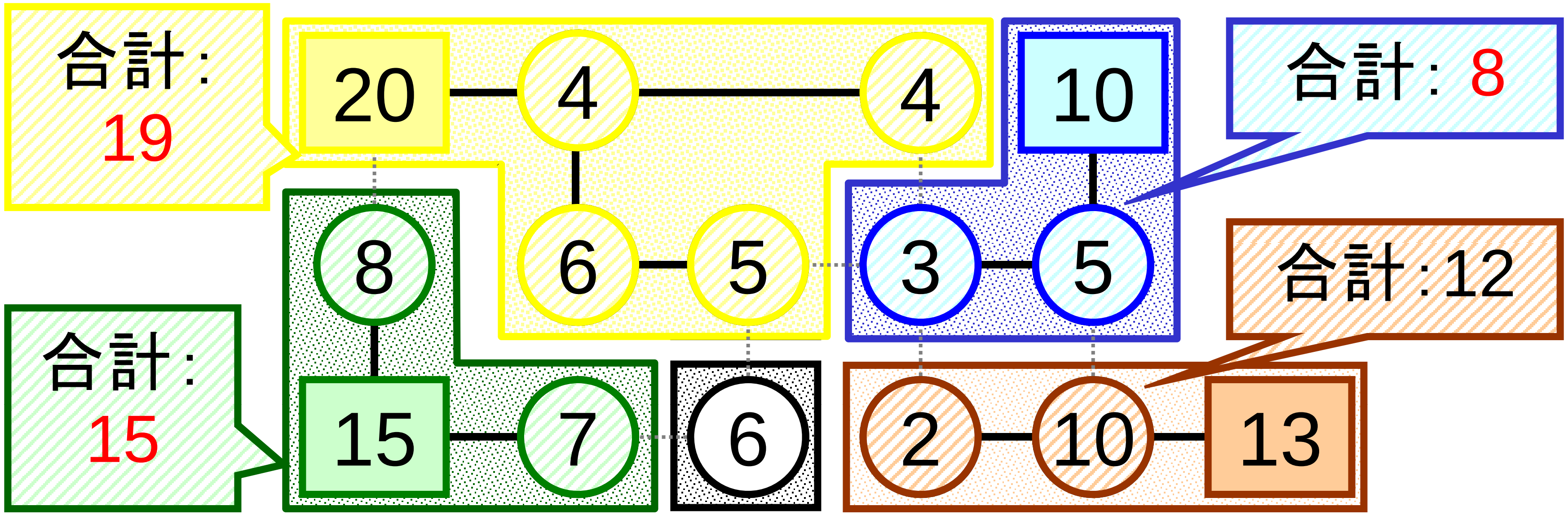
充足量が最大となる分割を求めたい

この分割の充足量

$$19 + 8 + 12 + 15 = 54$$

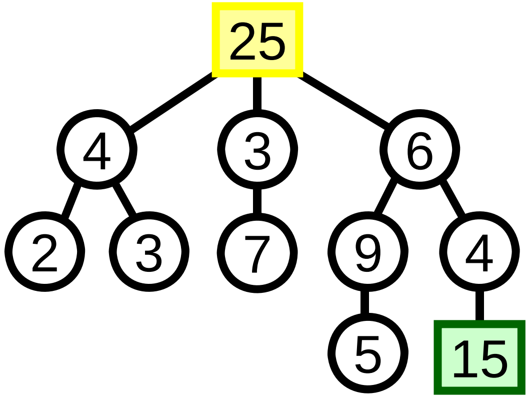
停電量を最小にしたい

最大充足量



分割問題の計算量

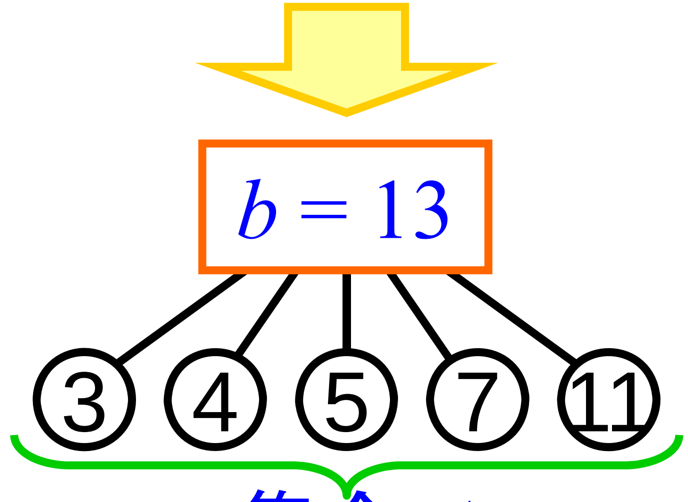
木



NP-困難

最大部分集合和問題

(Knapsack問題の簡単化)



集合 A

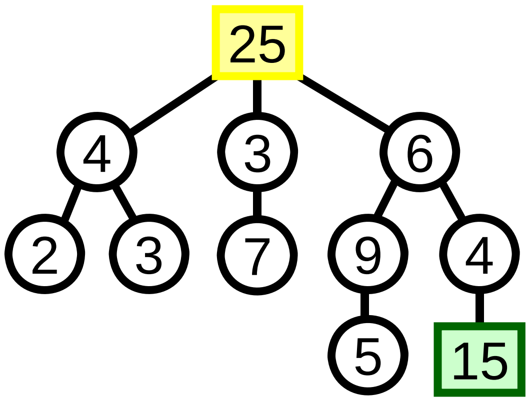
既にNP-困難であることが分かっている問題

…ことを

…である。

計算量

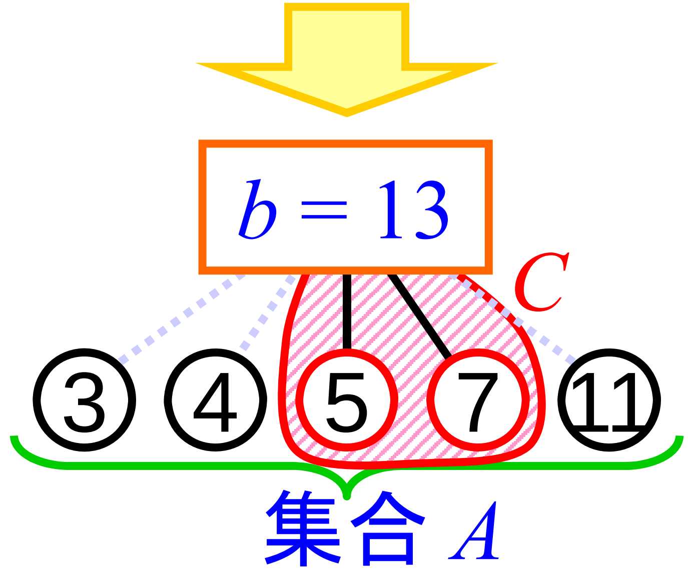
木



NP-困難

最大部分集合和問題

(Knapsack問題の簡単化)



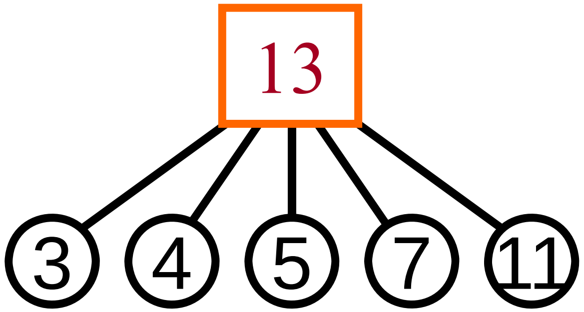
グラフがスターであり，しかも供給点が1つしかなく，

よい近似アルゴリズムは存在するのか？

Cの要素の合計はb以下かつ最大である。

関連結果

最大部分集合和問題



完全近似スキーム

Fully **P**olynomial-**T**ime **A**pproximation **S**cheme (FPTAS)

[Ibarra and Kim '75]

極めてよい近似アルゴリズム

完全近似スキーム (FPTAS

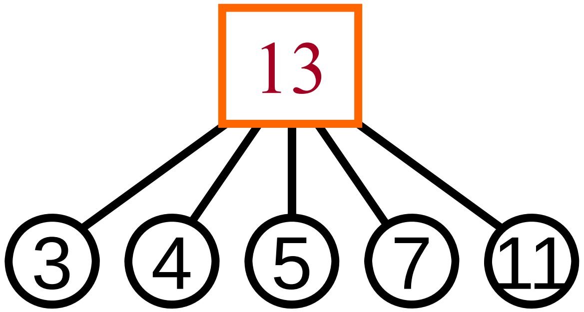
任意 … 式時間で

$$\mathrm{APPRO} > (1-\varepsilon)\,\mathrm{OPT}$$

を満たす近似解APPROを見つけるアルゴリズム

関連結果

最大部分集合和問題



最大分割問題の特殊な場合

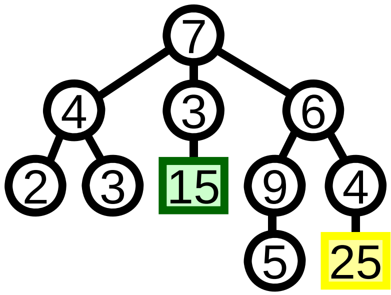
一般グラフのクラスに対し、いい近似アルゴリズム ?

完全近似スキーム

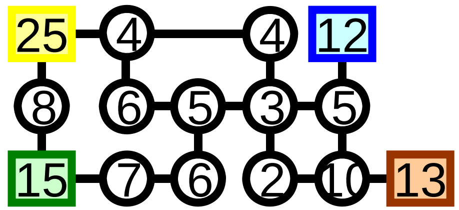
Fully **P**olynomial-**T**ime **A**pproximation **S**cheme (FPTAS)

[Ibarra and Kim '75]

研究成果



∃FPTAS

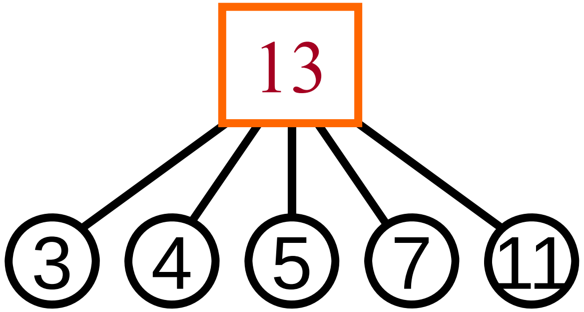


近似困難

MAXSNP-困難

関連結果

最大部分集合和問題



最大分割問題
の特殊な場合

一般グラフのクラス
に対し、いい近似
アルゴリズム
?

完全近似スキーム

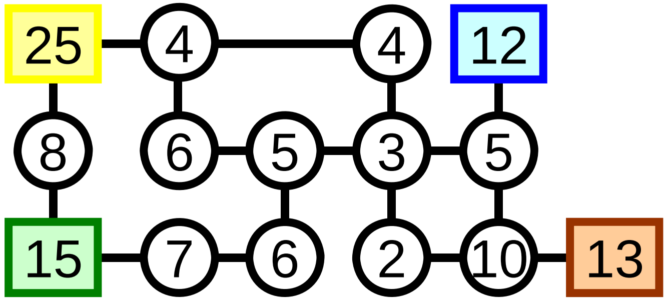
Fully **P**olynomial-**T**ime
Approximation **S**cheme
(FPTAS)

[Ibarra and Kim ’75]

予想

研究成果（最大分割問題）

一般のグラフ



(1) MAXSNP-困難
(近似困難)

P=NP ではない限り、
PTASが存在しない

P=NP ではない限り、
FPTASも存在しない

最大分割を見つけるいい近似アルゴリズムが存在しそうもないことを証明しました.

（$1/\varepsilon$:定数）

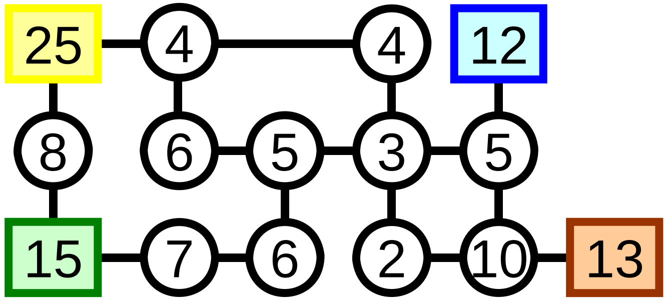
し, n の多項式時間で

$$\text{APPRO} > (1-\varepsilon)\ \text{OPT}$$

を満たす近似解APPROを見つけるアルゴリズム

研究成果(最大分割問題)

一般のグラフ



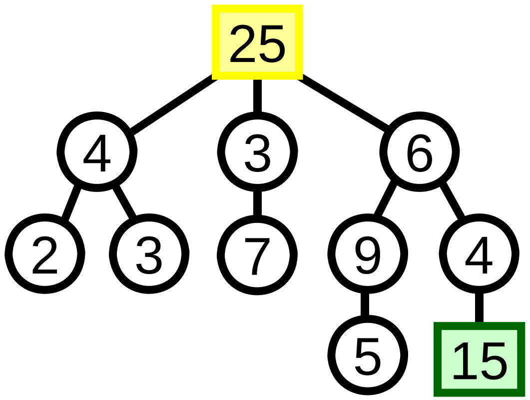
(1) MAXSNP-困難

(近似困難)

P=NP ではない限り、
PTAS が存在しない

木

NP-困難

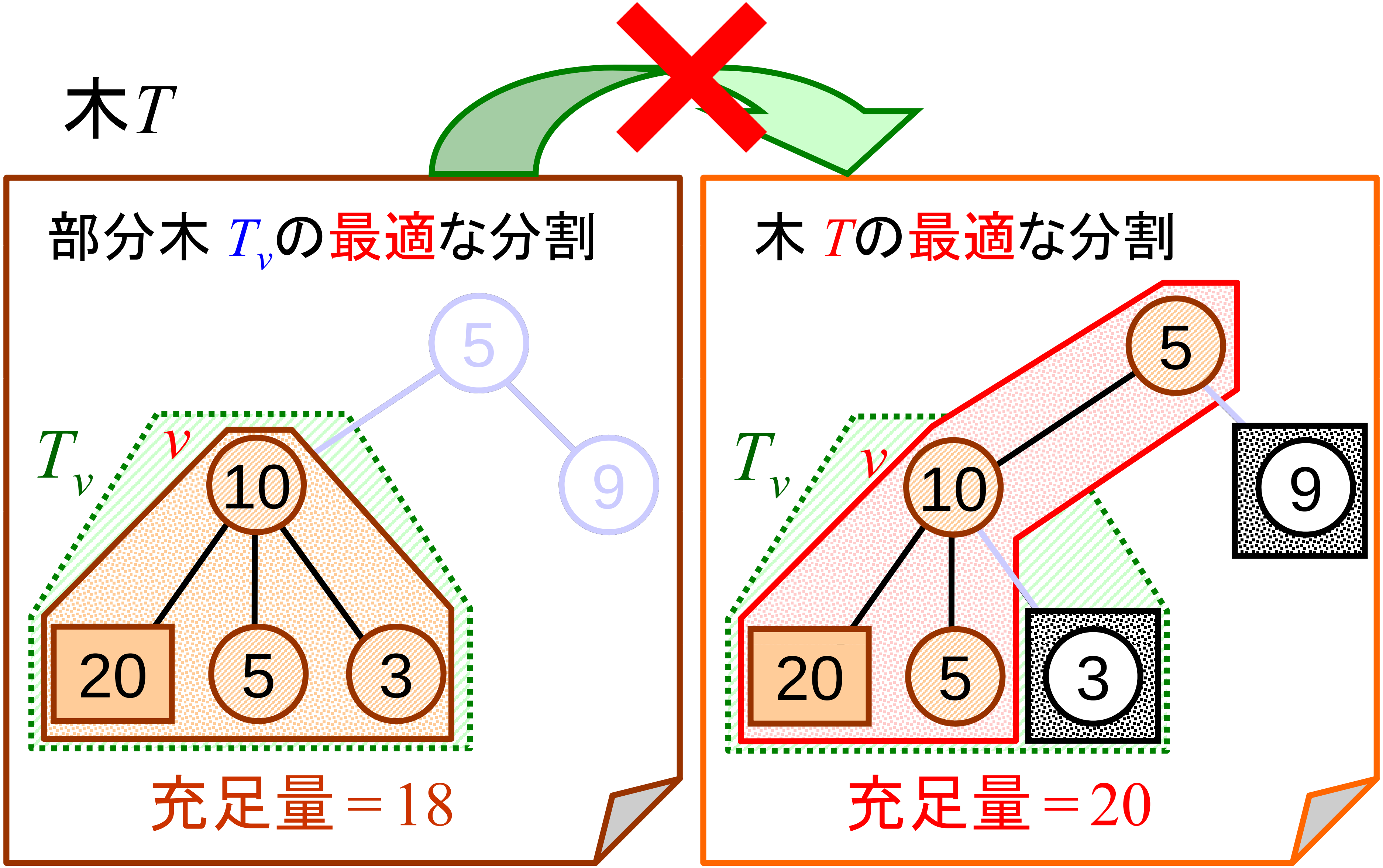


(2)完全近似スキーム

FPTAS

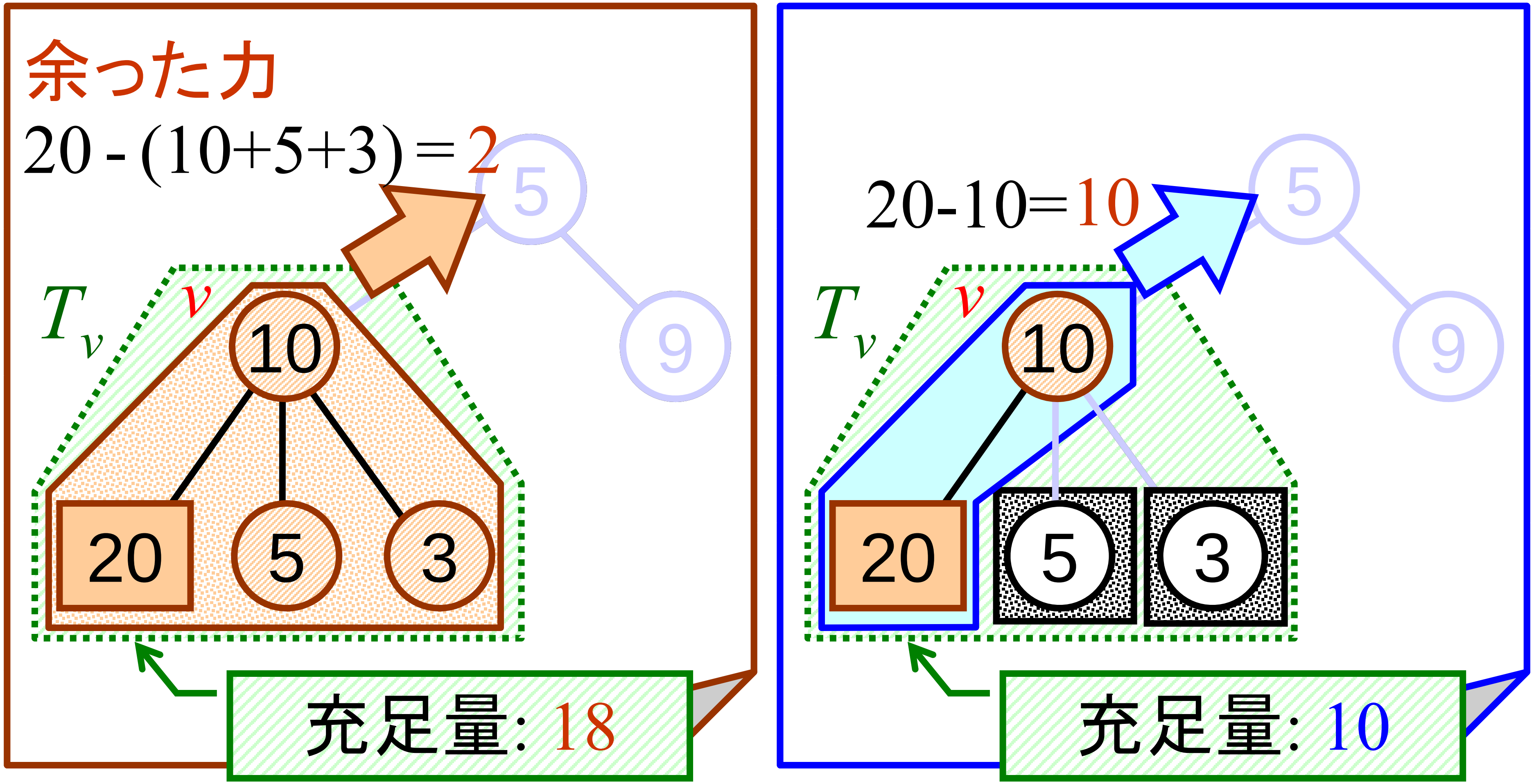
(2)完全近似スキーム（FPTAS）

木T



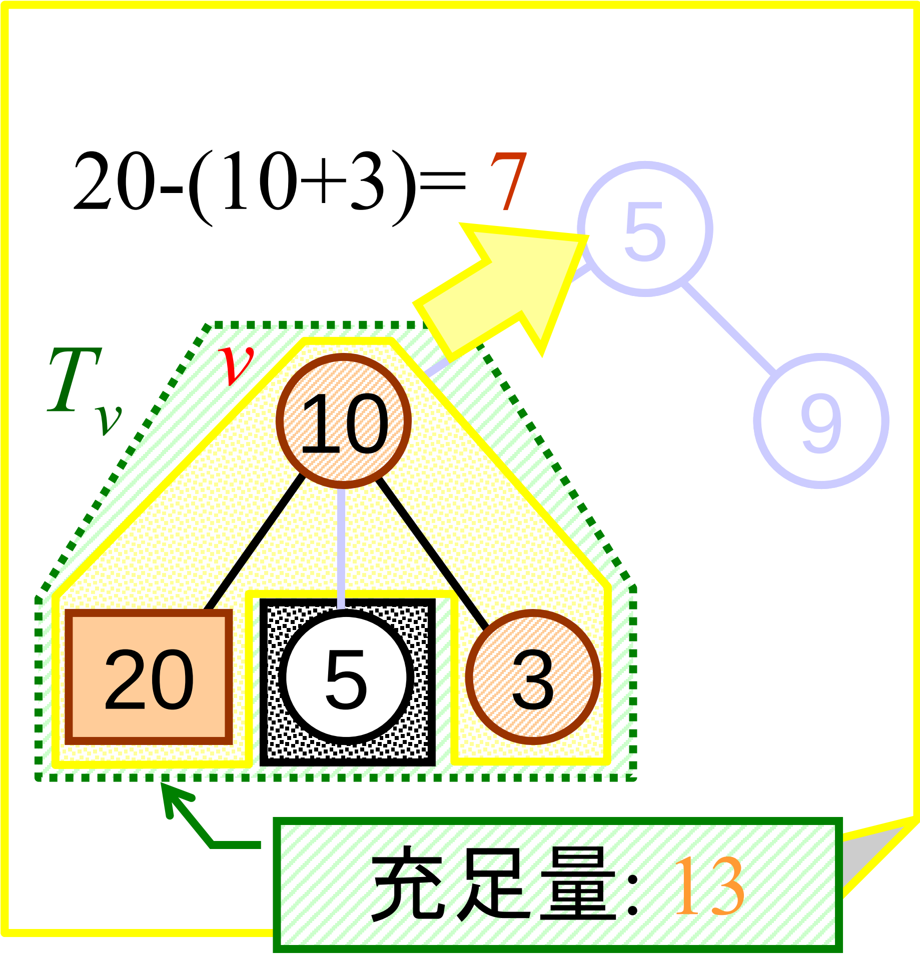
(2)完全近似スキーム（FPTAS）

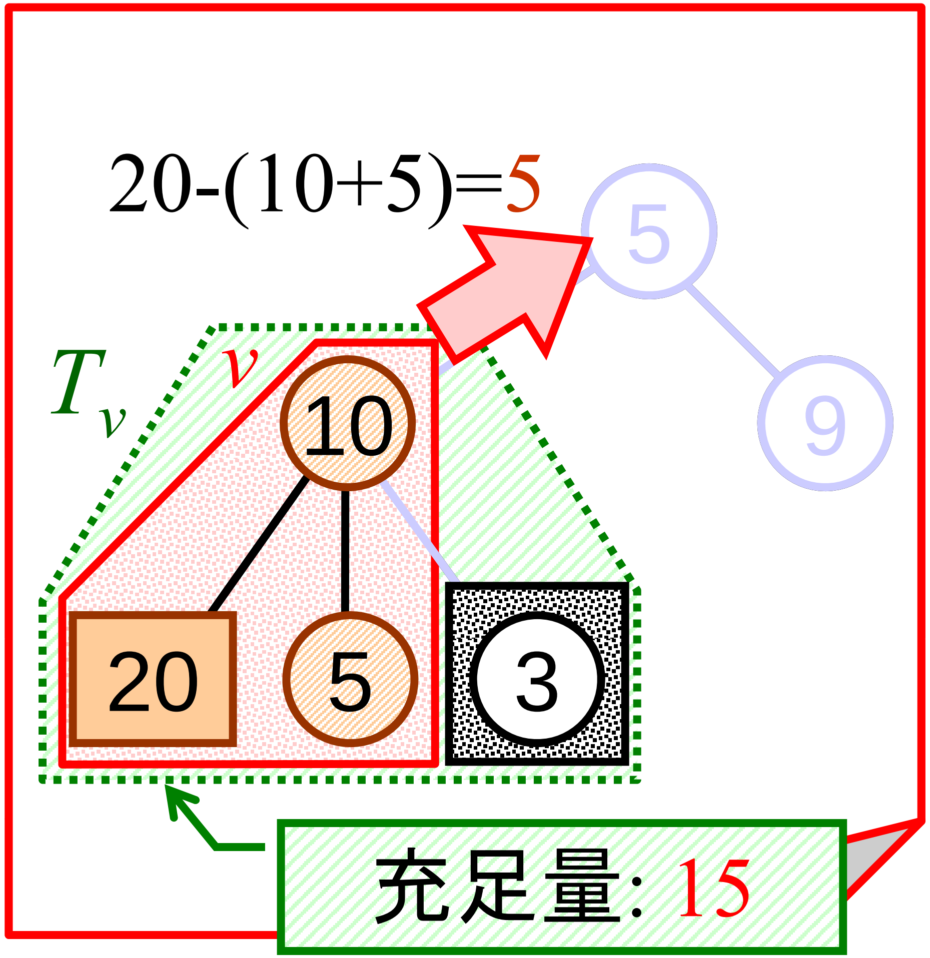
動的計画法



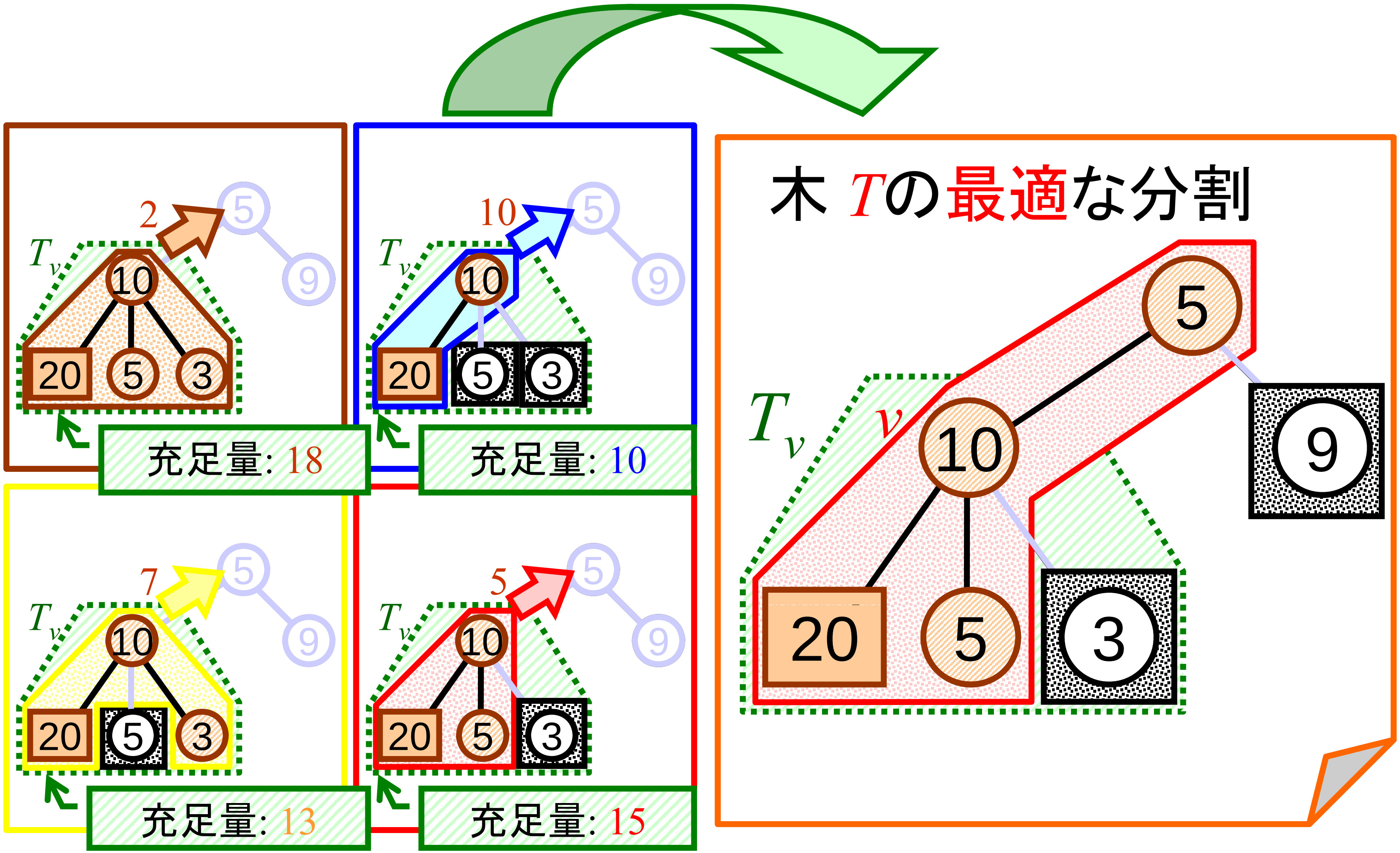
(2)完全近似スキーム（FPTAS）

動的計画法





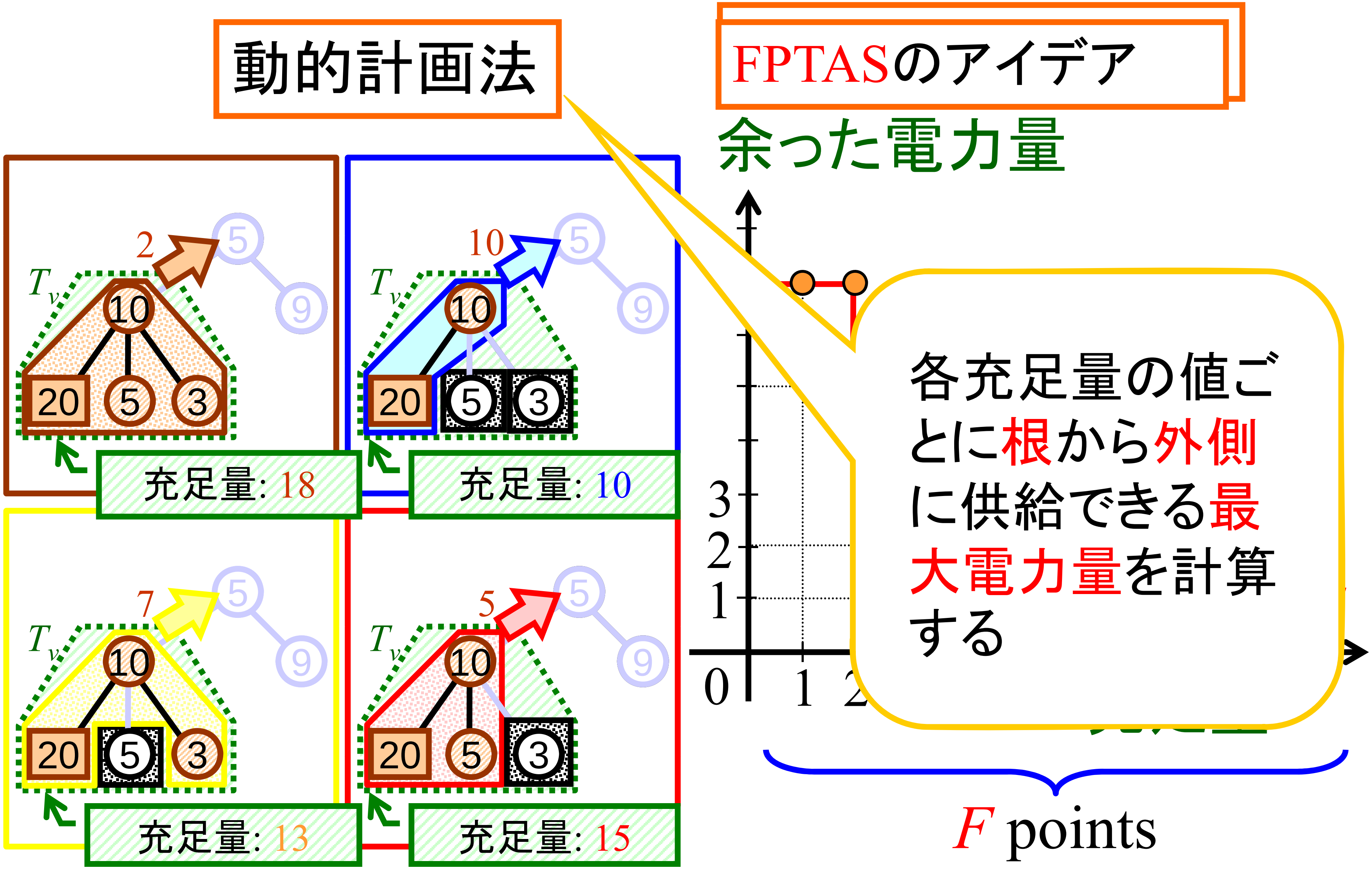
(2)完全近似スキーム（FPTAS）



(2)完全近似スキーム（FPTAS）

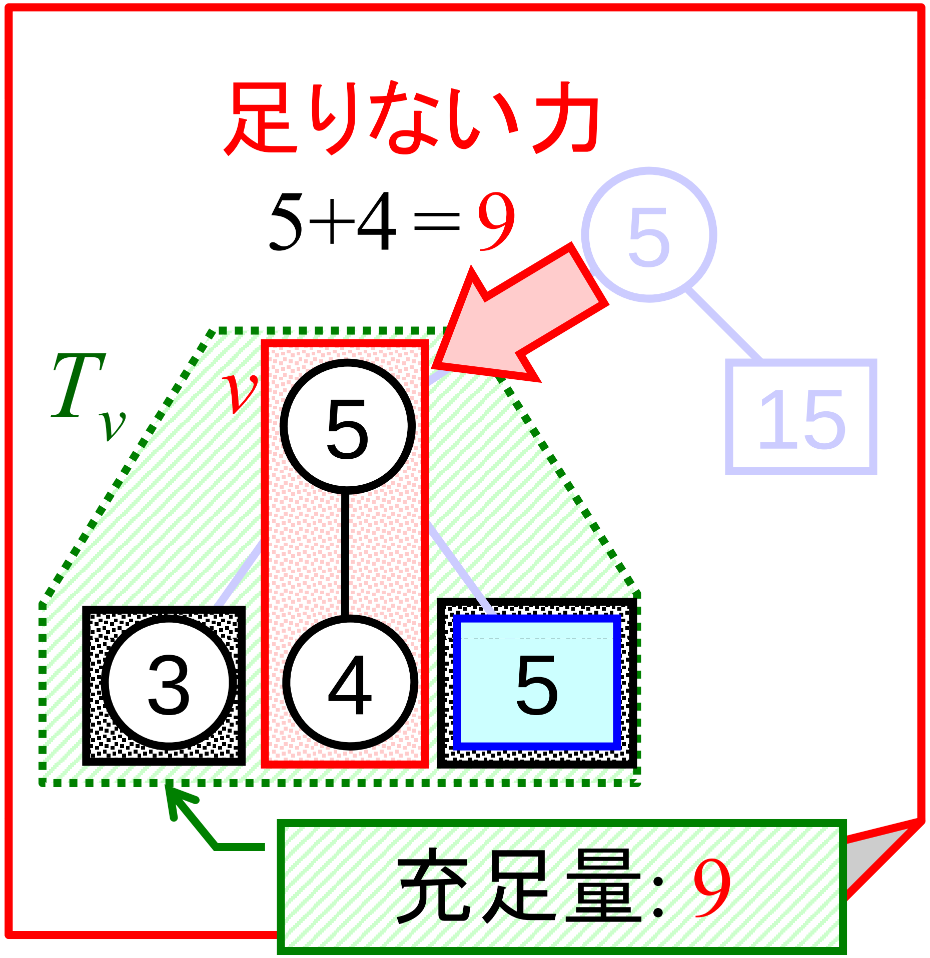
動的計画法

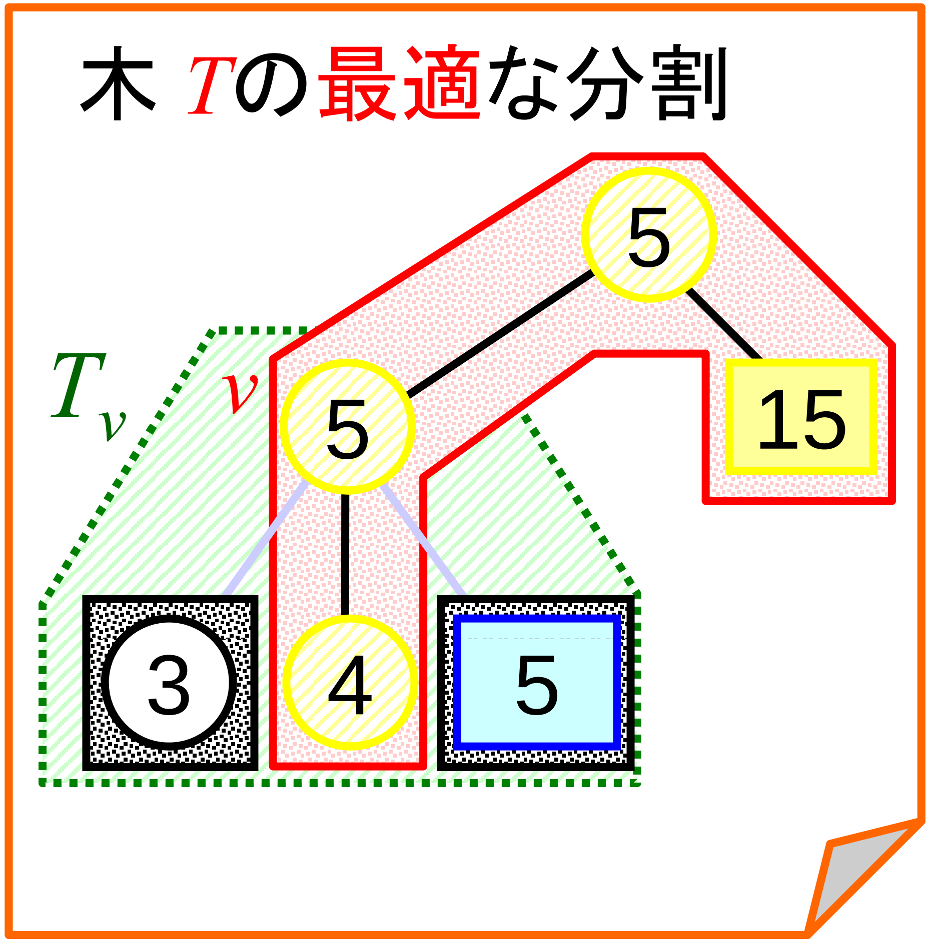
FPTASのアイデア



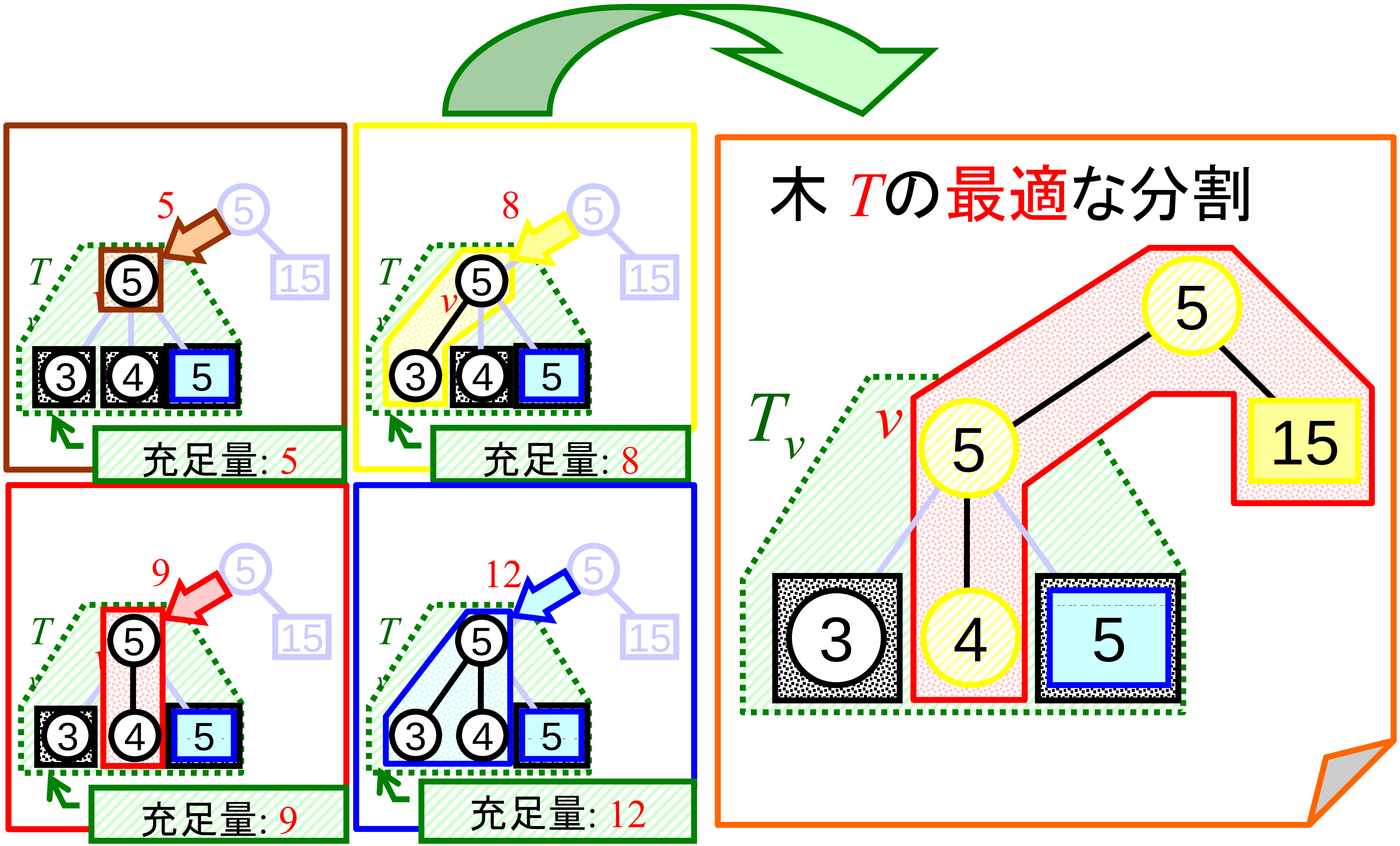
各充足量の値ごとに根から外側に供給できる最大電力量を計算する

(2)完全近似スキーム（FPTAS）



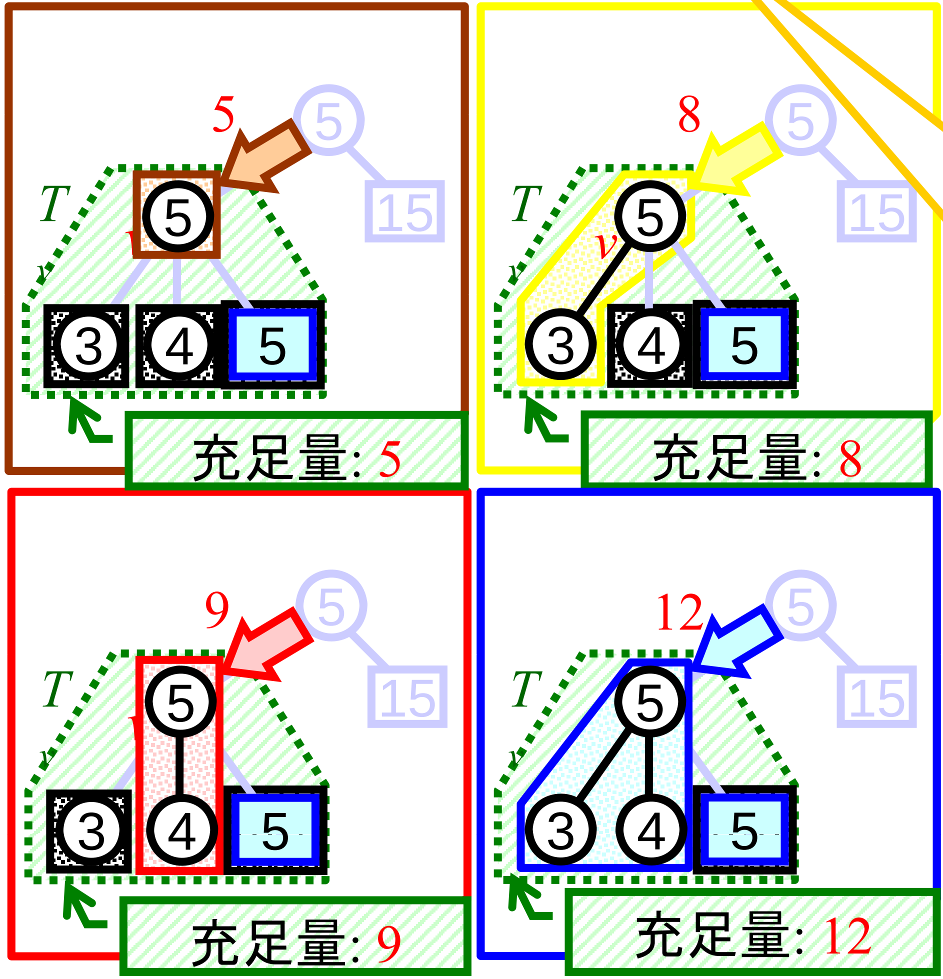


(2)完全近似スキーム（FPTAS）



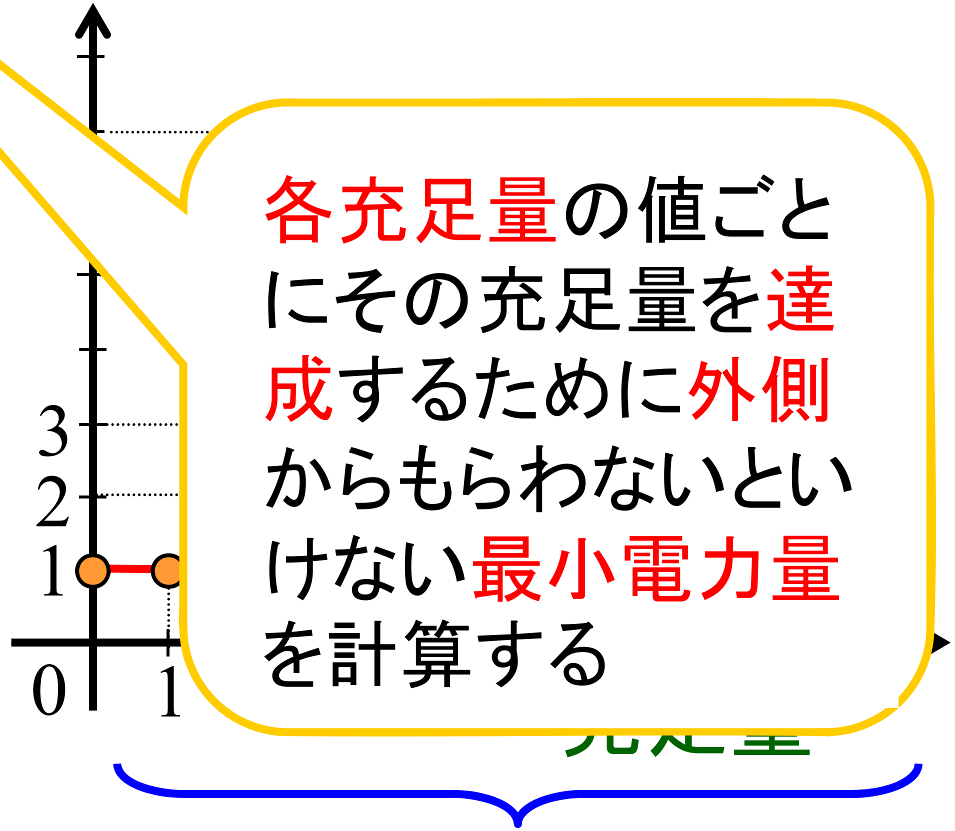
(2)完全近似スキーム（FPTAS）

動的計画法



FPTASのアイデア

足りない電力量

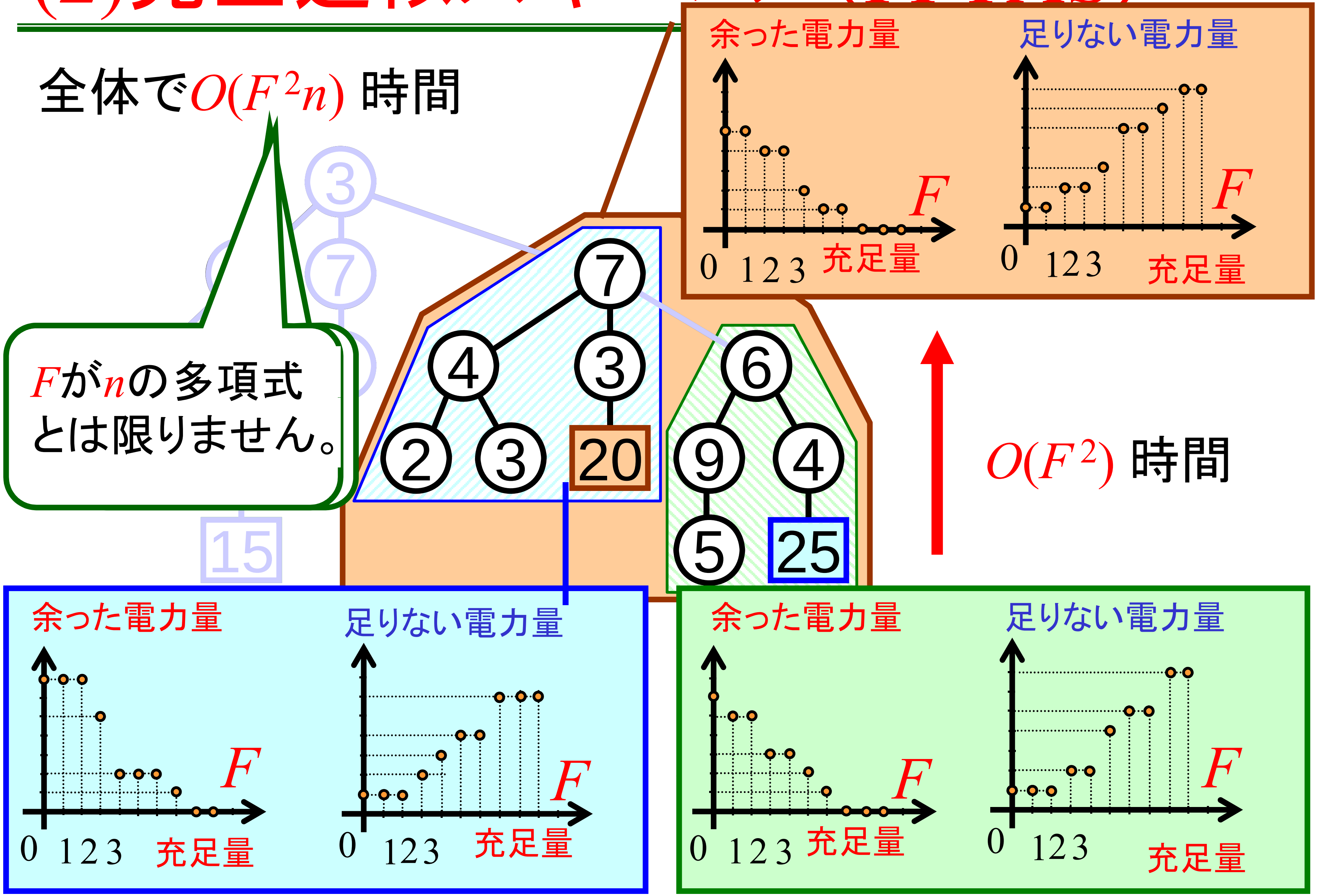


各充足量の値ごとにその充足量を達成するために外側からもらわないといけない最小電力量を計算する

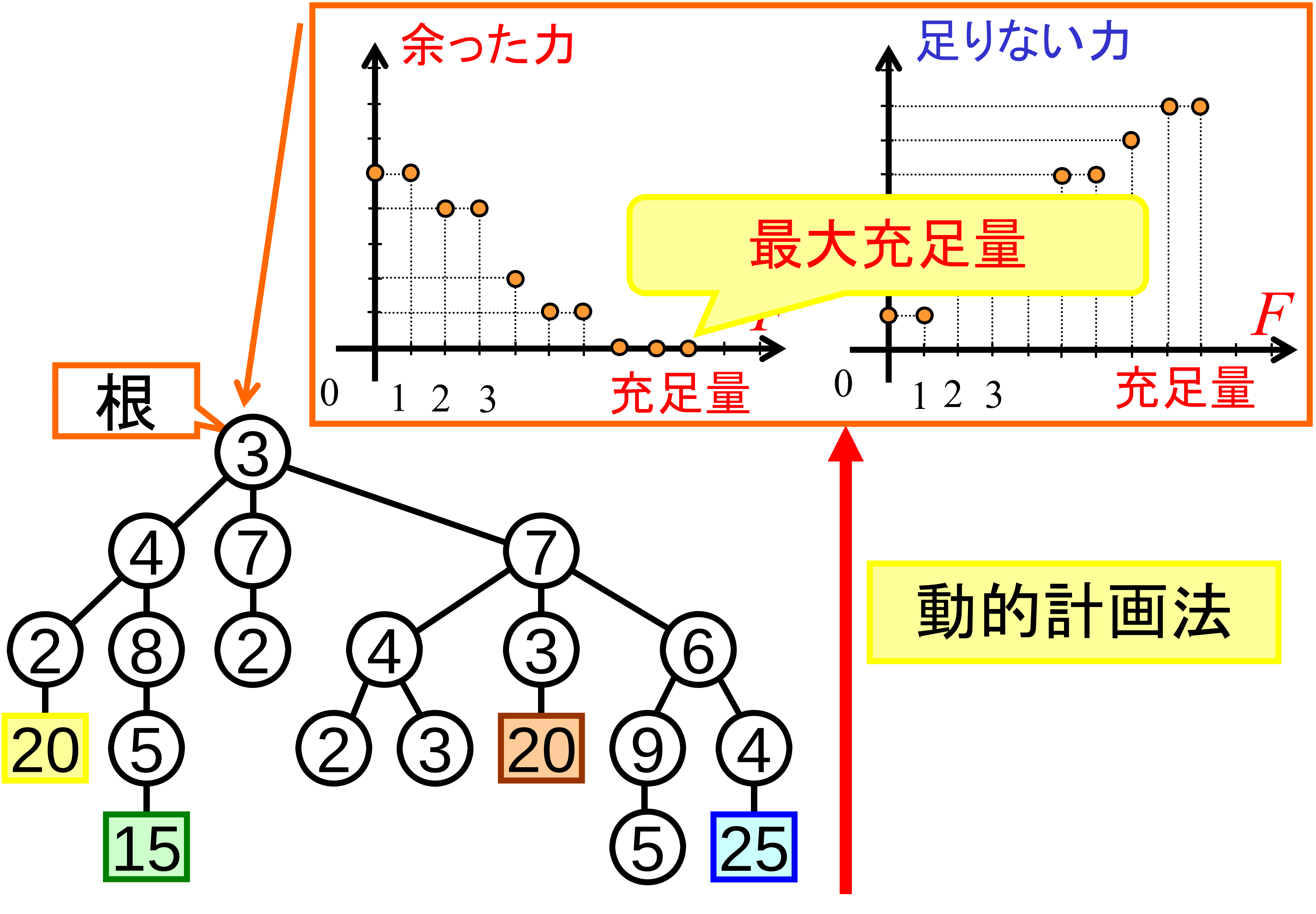
F points

(2)完全近似スキーム（FPTAS）

全体で$O(F^2n)$ 時間

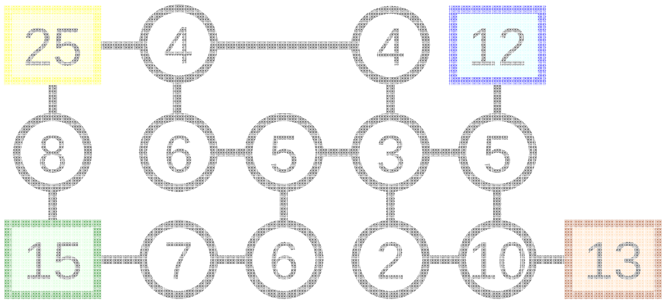


(2)完全近似スキーム（FPTAS）



研究成果（最大分割問題）

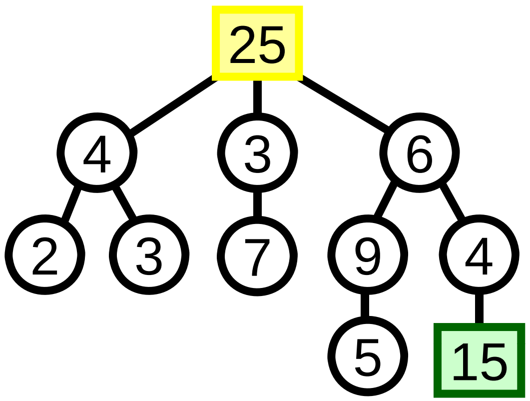
一般のグラフ



(1) MAXSNP-困難
(近似困難)

P=NP ではない限り、
PTASが存在しない

木



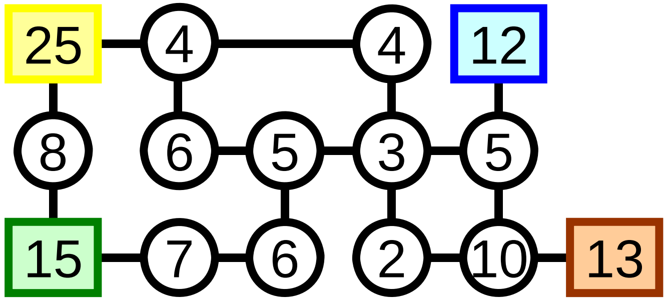
NP-困難

(2)完全近似スキーム
FPTAS

研究成果(最大分割問題)

直並列グラフ

(3)擬多項式時間

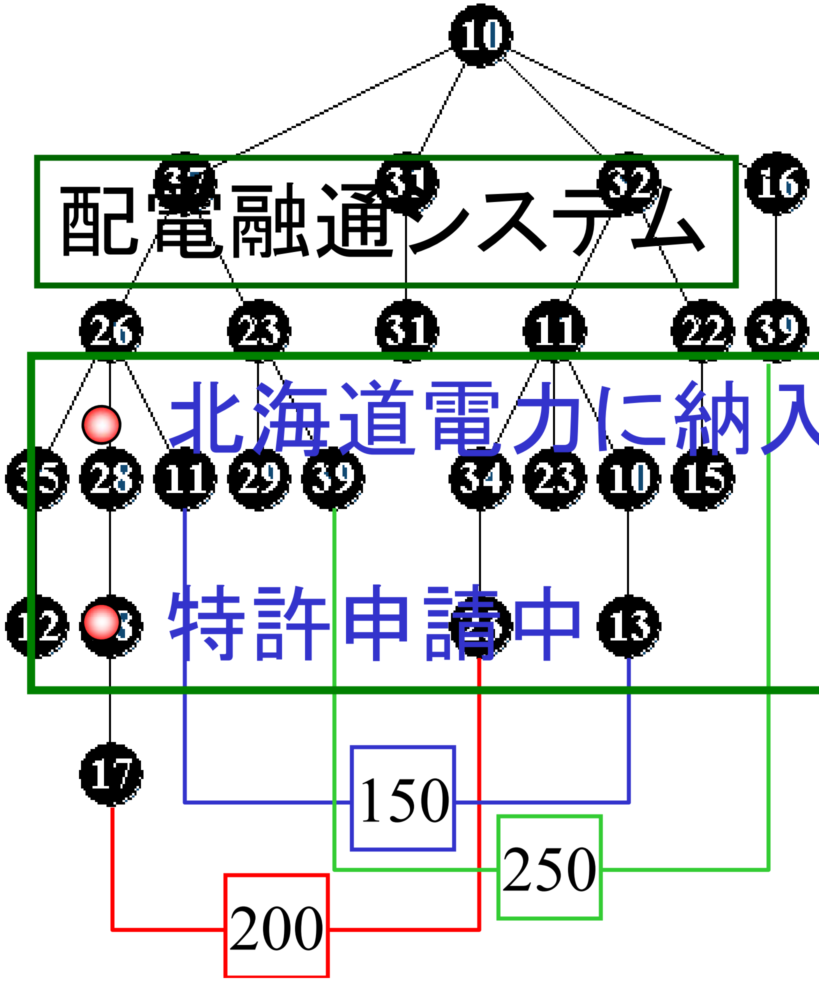


研究成果(最大分割問題)

明電舎との共同研究

環境
AMD Opteron Processor
252 (2.6GHz)×2

地方都市規模の電力網



配電融通システム

北海道電力に納入予定

特許申請中

約1時間

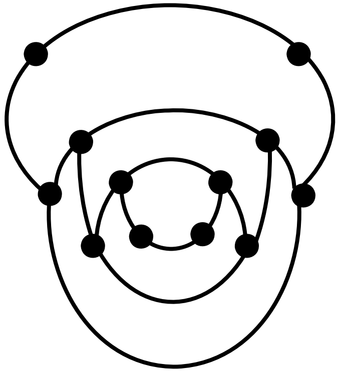
開発した
近似方法

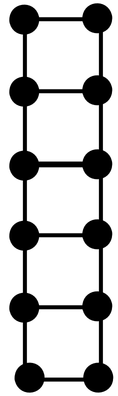
1秒以内

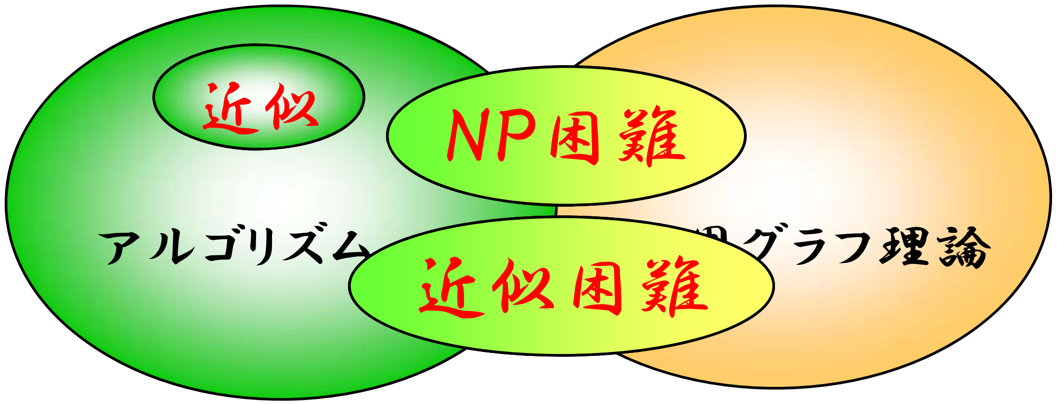
近似率:98%以上

主な研究テーマの紹介

- グラフ分割
- グラフ直交描画
- 直交描画彩色

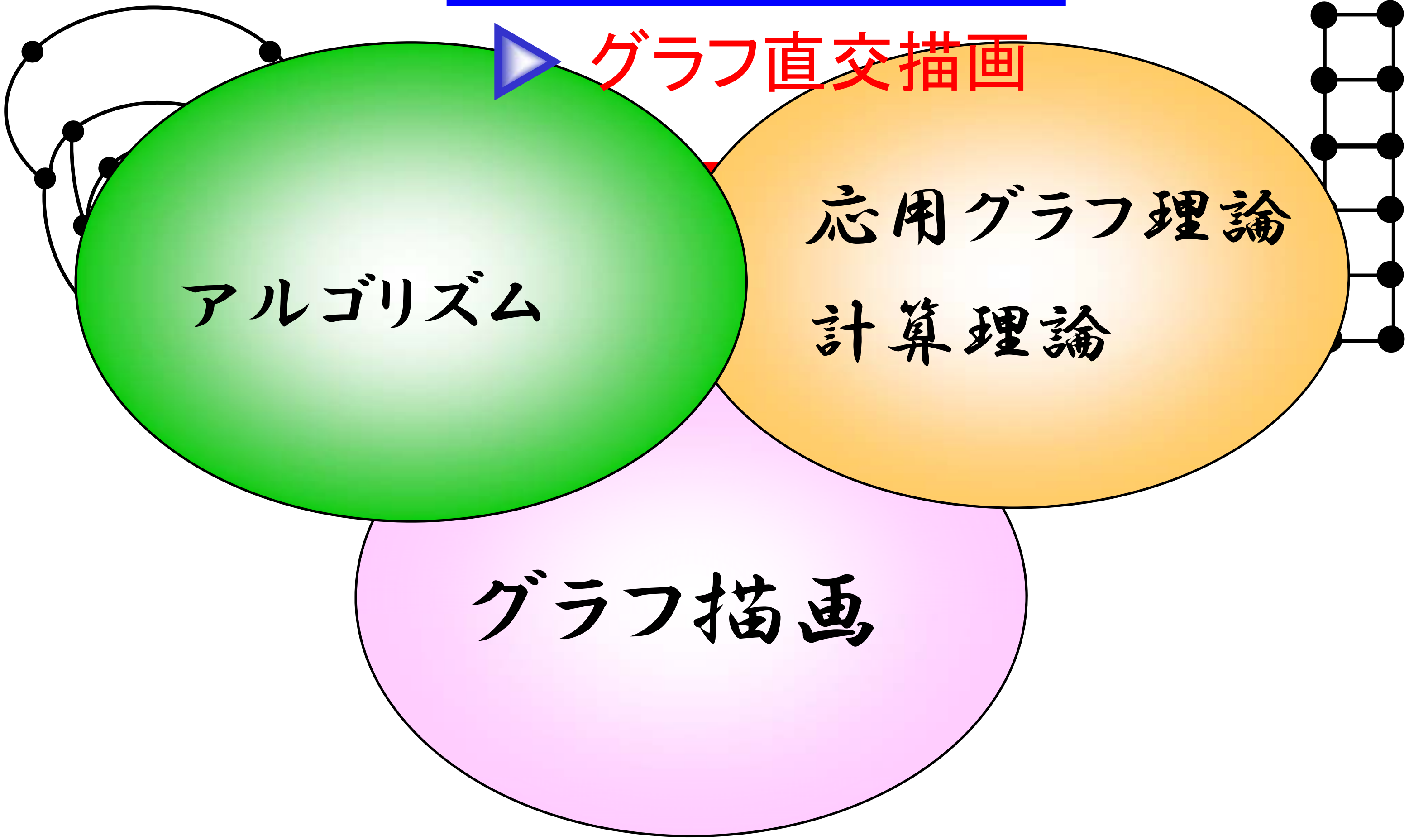






以下の3つの主な研究テーマ

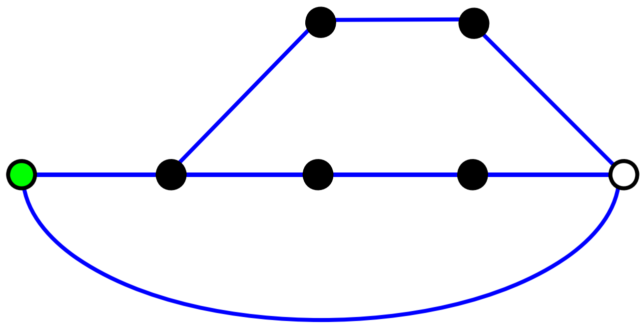
- グラフ分割
- グラフ直交描画



直交描画

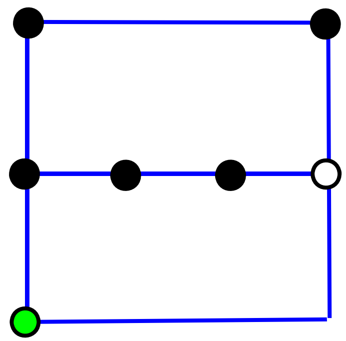
辺の交差がないように、辺を水平線分や垂直線分の折れ線で描く

入力



平面グラフ

出力

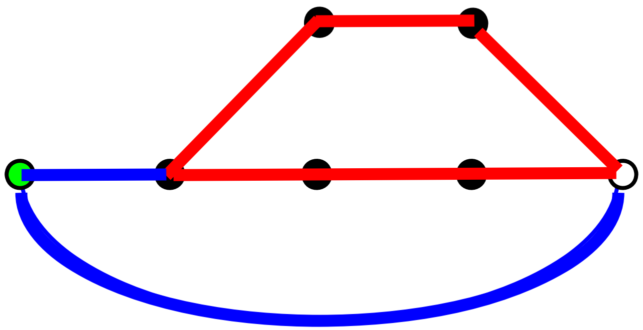


直交描画

直交描画

辺の交差がないように、辺を水平線分や垂直線分の折れ線で描く

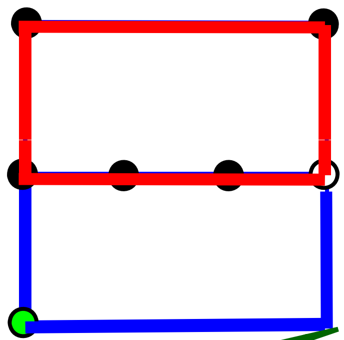
入力



平面グラフ

出力

折れ曲り：1



直交描画

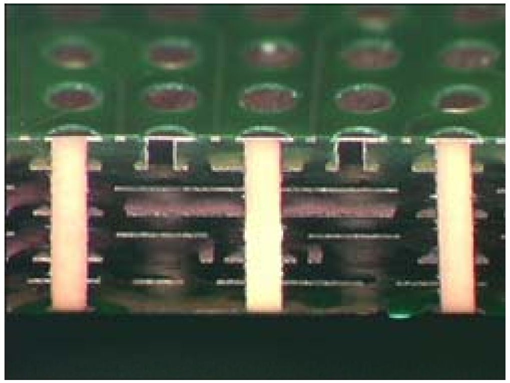
折れ曲り

直交描画

辺の交差がないように、辺を水平線分や垂直線分の列で描く

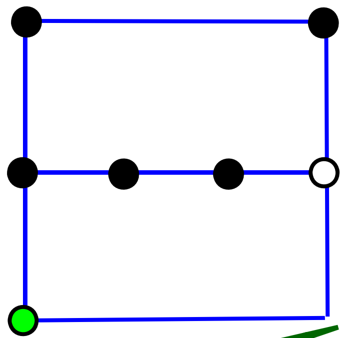
VLSI 設計

折れ曲り ↔ ビアホール
スルーホール



出力

折れ曲り : 1



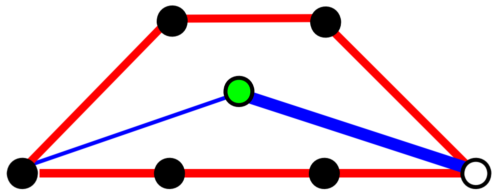
直交描画

折れ曲り

主な研究テーマの紹介

直交描画

違う平面埋め込み

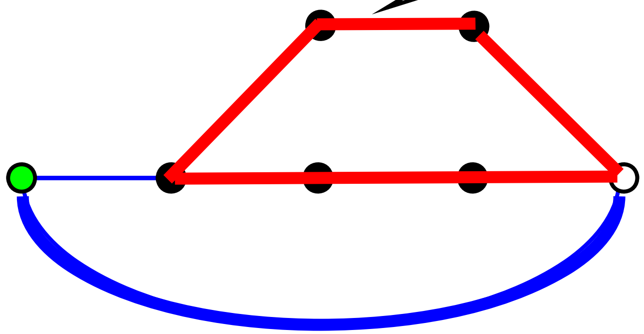


辺の交差がな
の列で描く

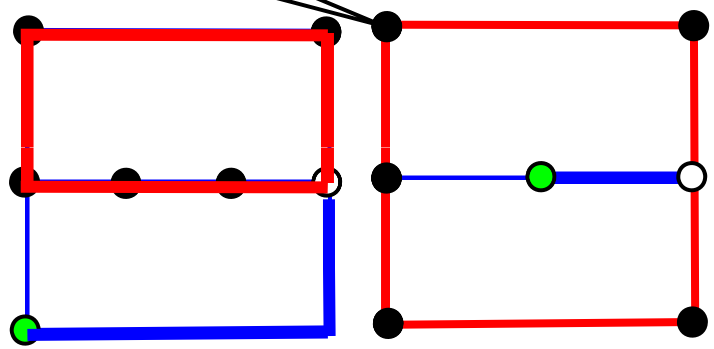
分や垂直線分

入力

折れ曲り:0



平面グラフ

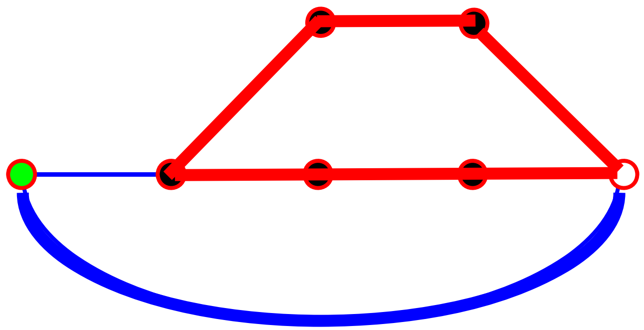


直交描画

直交描画 問題

辺の交差がないように、辺を水平線分や垂直線分の列で描く

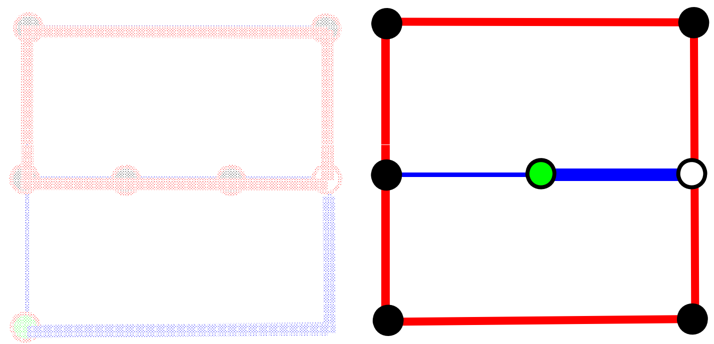
入力



平面グラフ

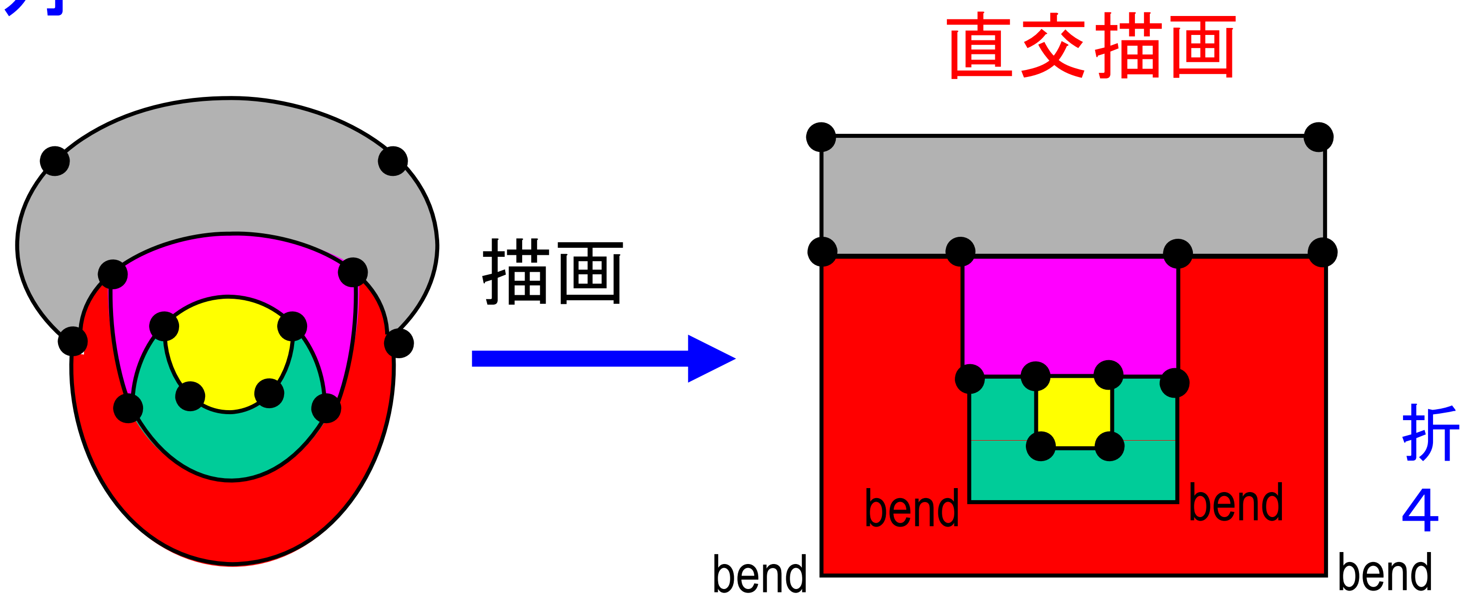
出力

折れ曲り:最小



直交描画

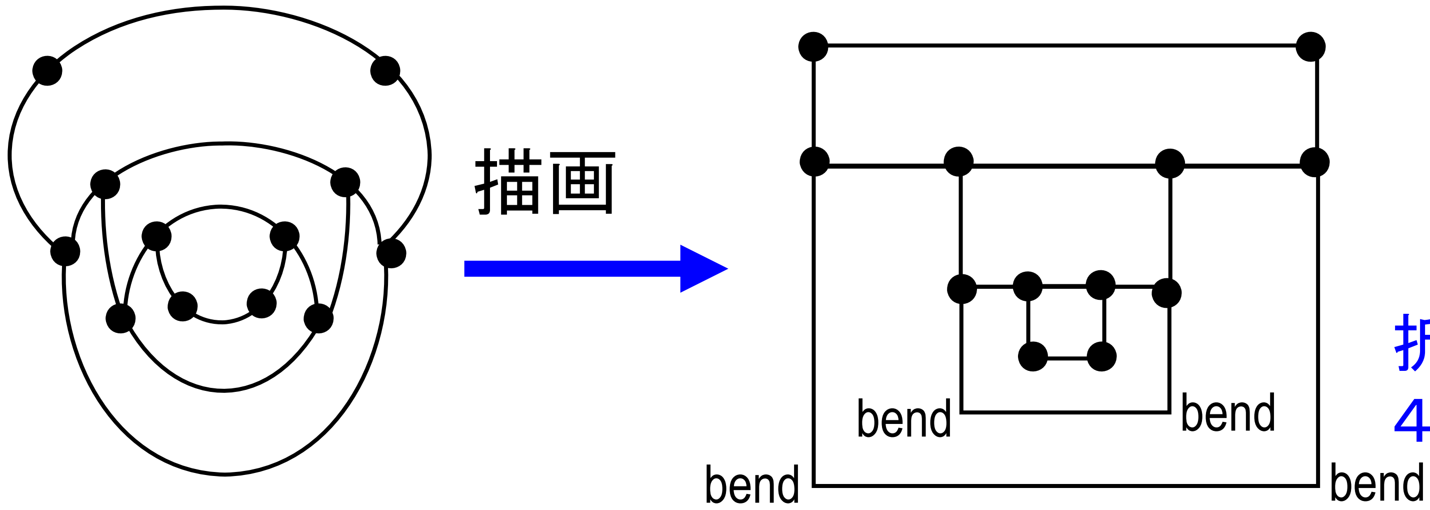
例



折れ曲り数：4

例

直交描画

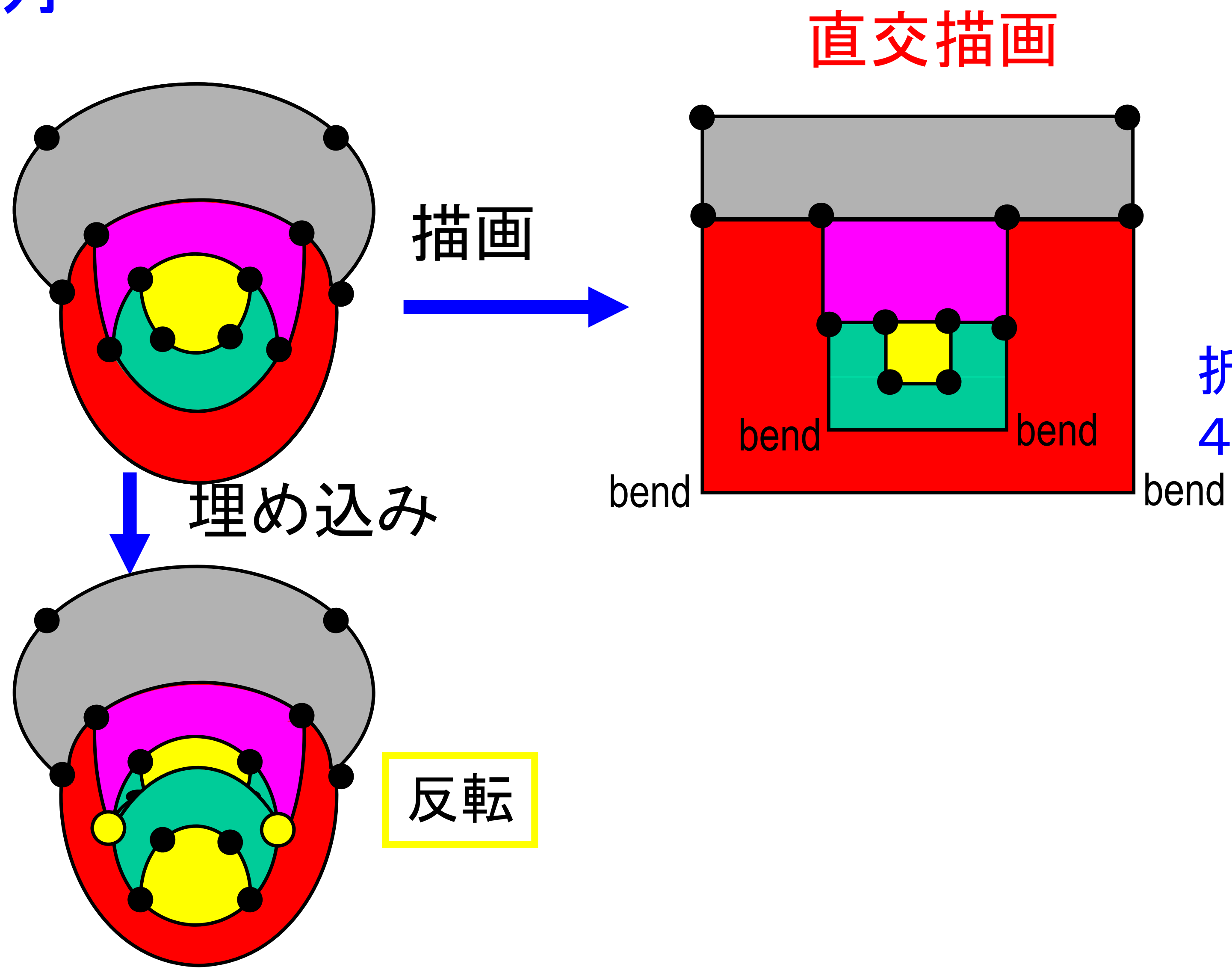


折れ曲り数: 4

折れ曲り数: 最小?

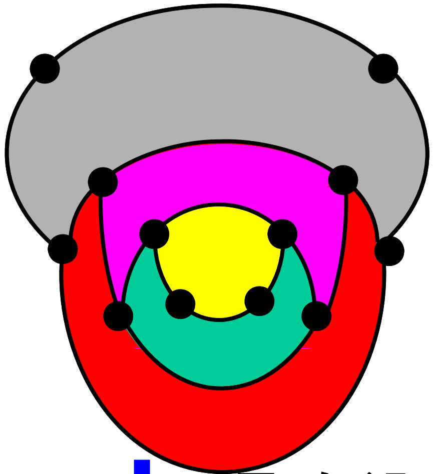
No

例



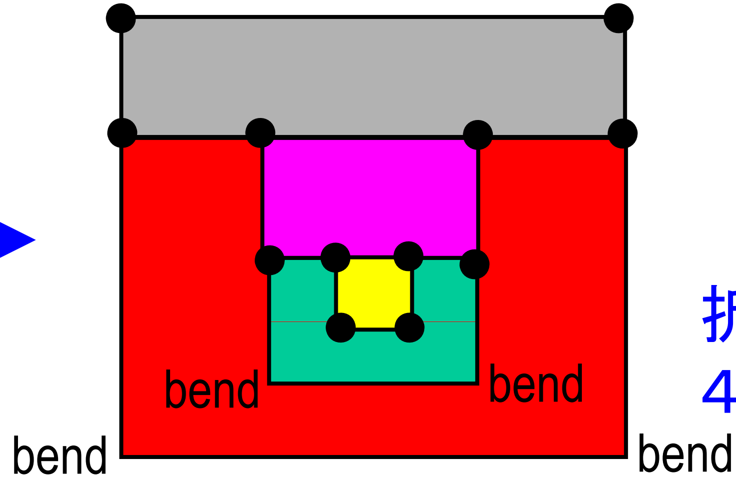
折れ曲り数：4

例



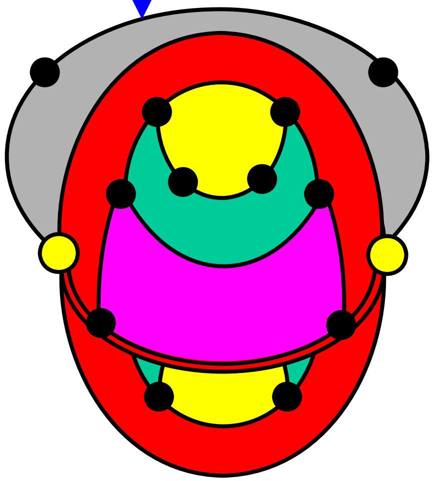
描画

直交描画



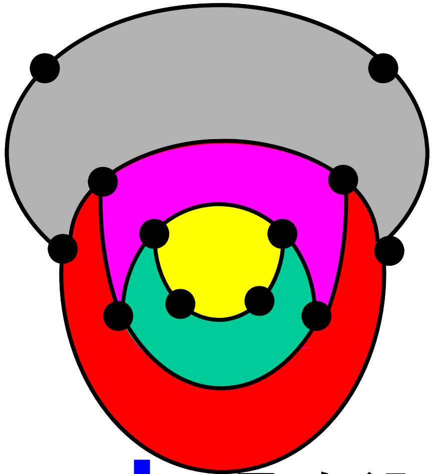
折れ曲り数：4

埋め込み



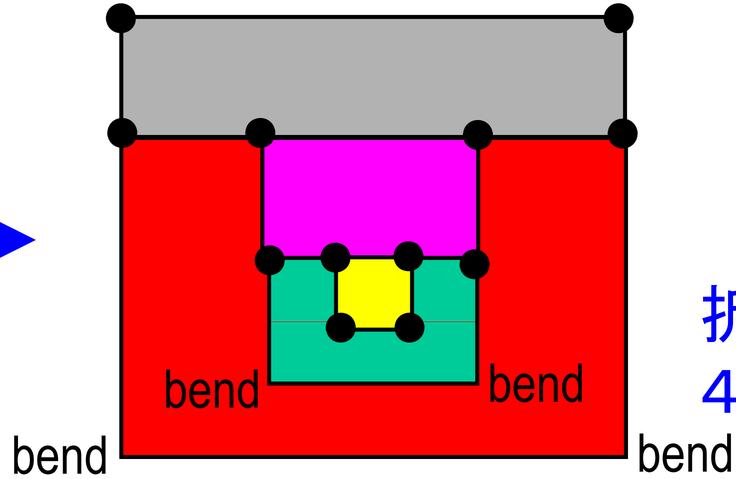
反転

例



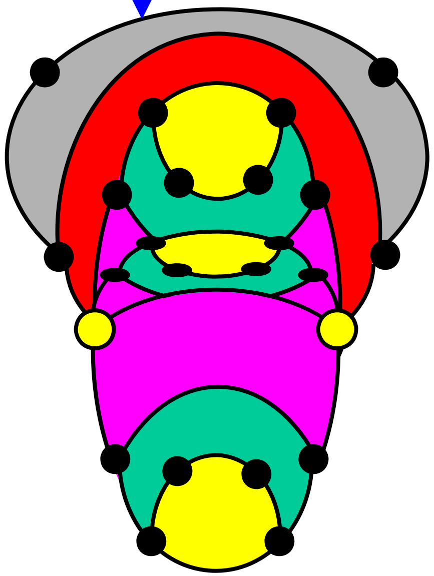
描画

直交描画



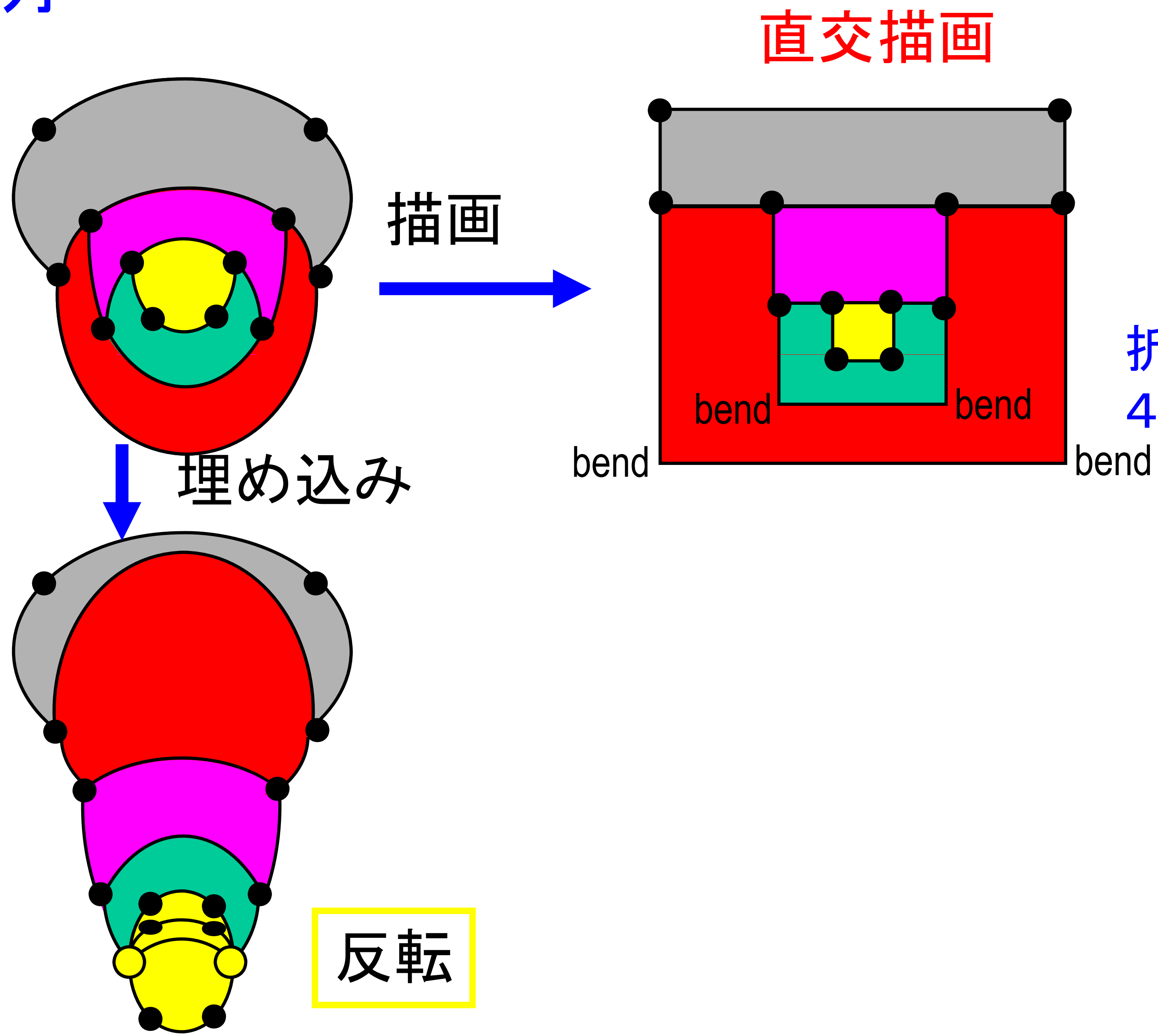
折れ曲り数：4

埋め込み



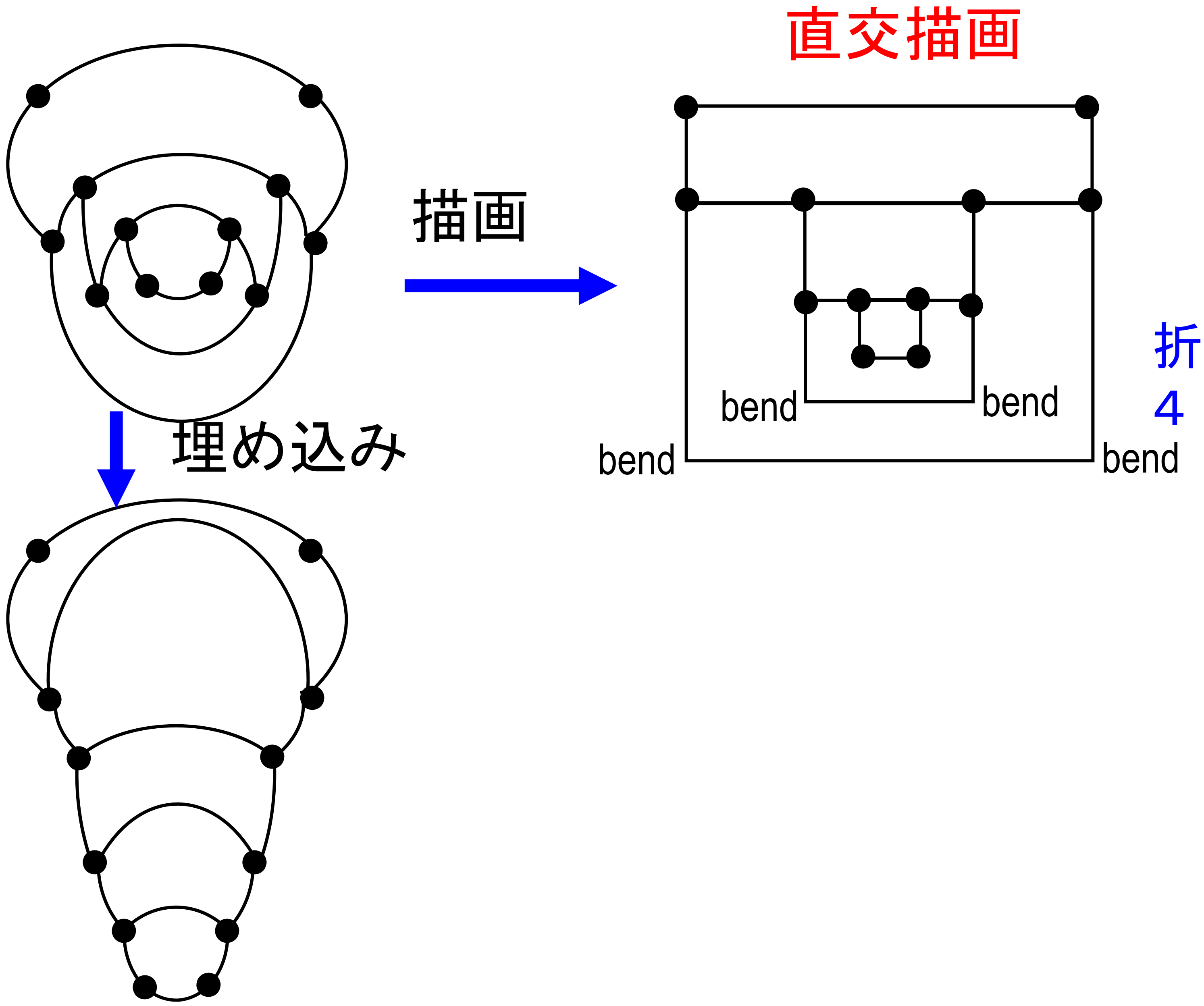
反転

例



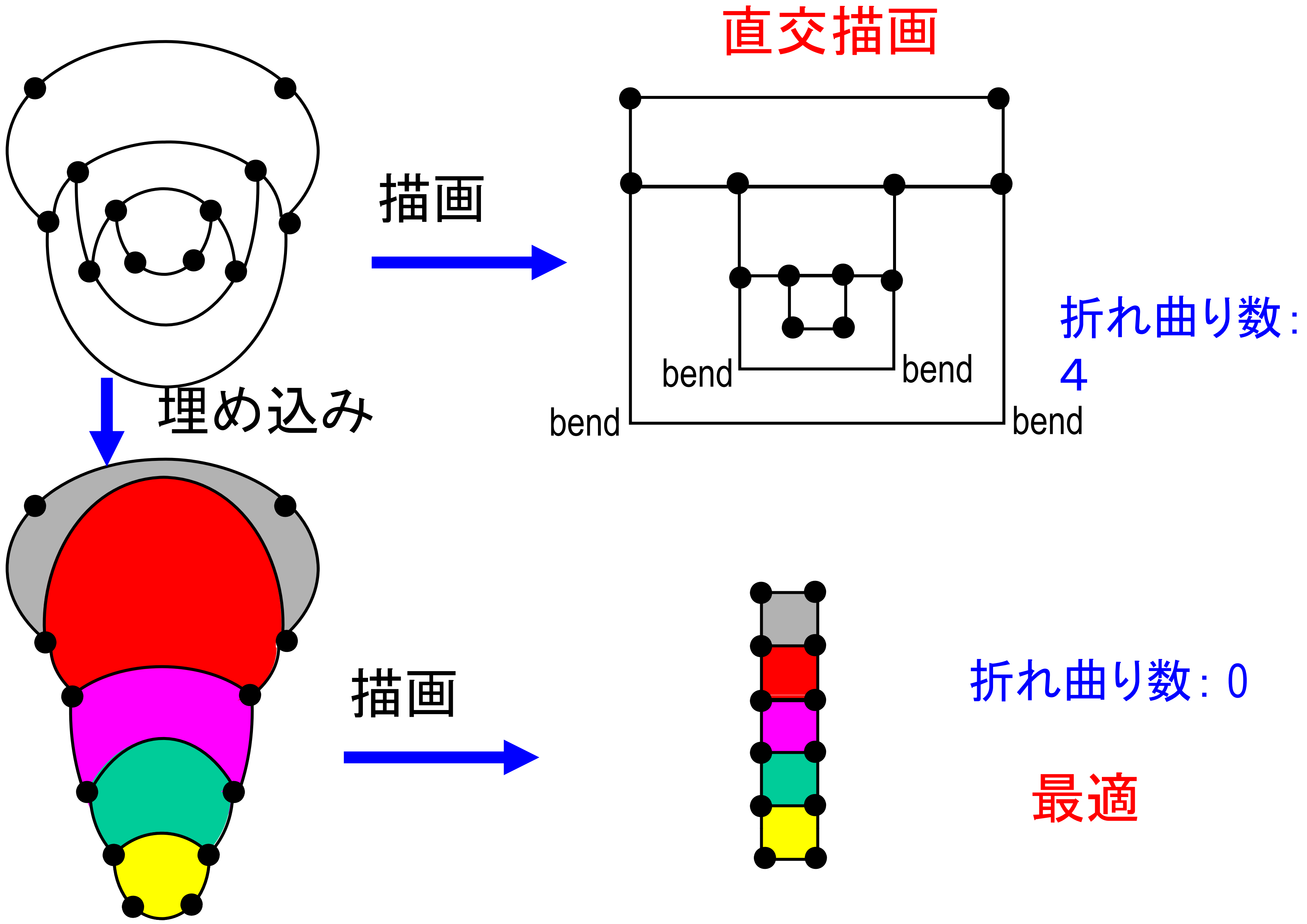
折れ曲り数: 4

例



折れ曲り数：
4

例



既知の結果 （直交描画問題）

直並列グラフに対して

$\Delta \leqq 4$のとき, $O(n^4)$ time D. Battista, *et al.* 1998

$\Delta \leqq 3$のとき, $O(n^3)$ time D. Battista, *et al.* 1998

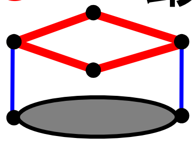
直並列グラフに対し

$\Delta \leqq 3$のとき, $O(n)$ 時間 ？

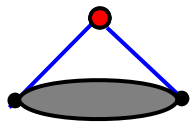
アルゴリズム(G)

入力グラフG： 最大次数Δ≦3の直並列グラフ.

If ∃ 菱形



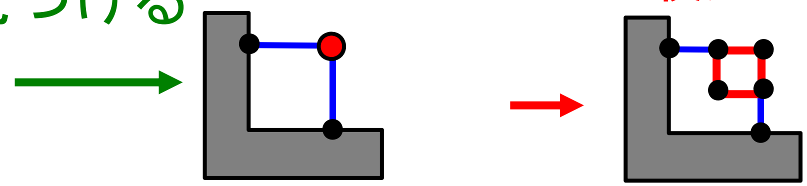
Thenアルゴリズム(

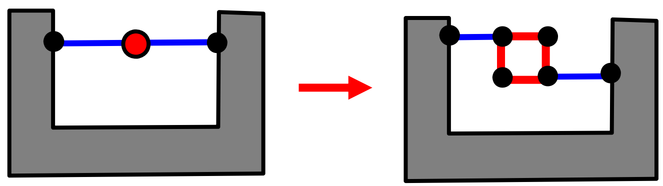


),

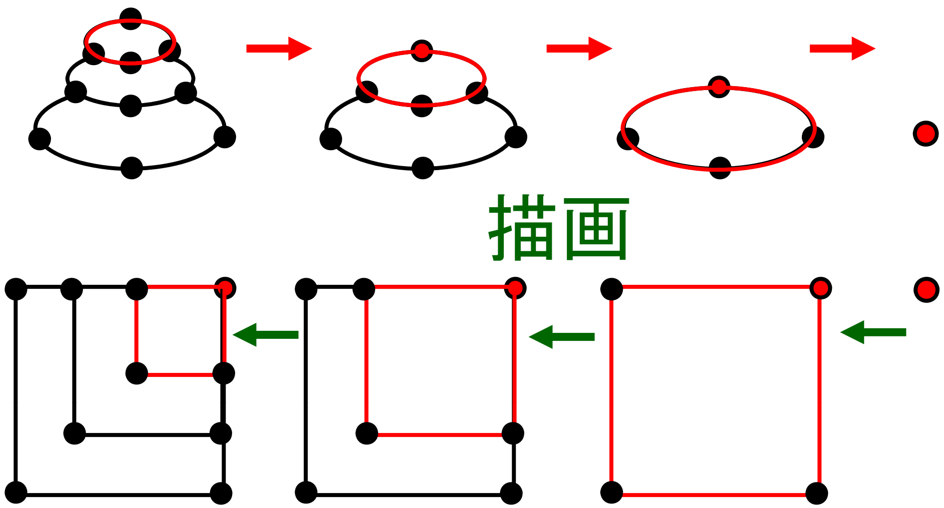
見つける

最適



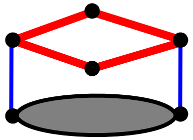


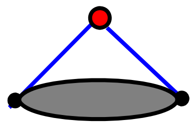
例

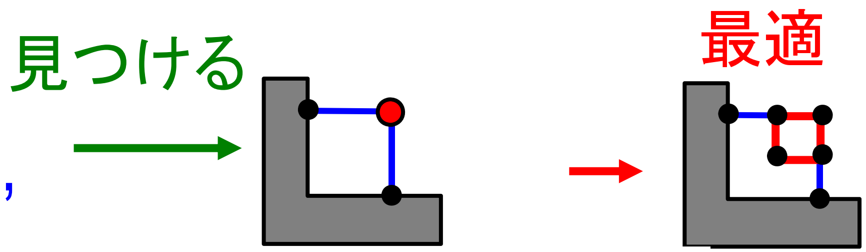


アルゴリズム(G)

入力グラフG： 最大次数$\Delta \leqq 3$の直並列グラフ.

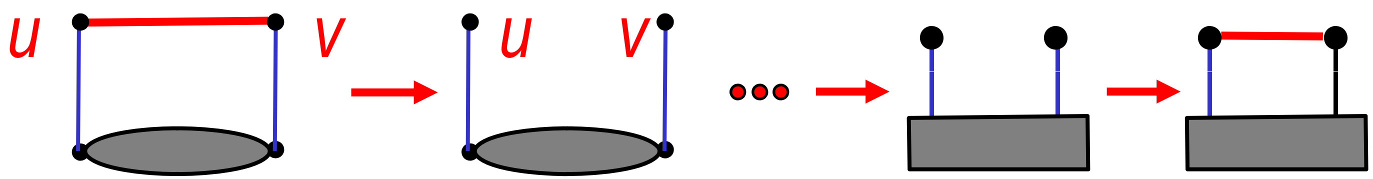
If ∃ 菱形 

Thenアルゴリズム(),

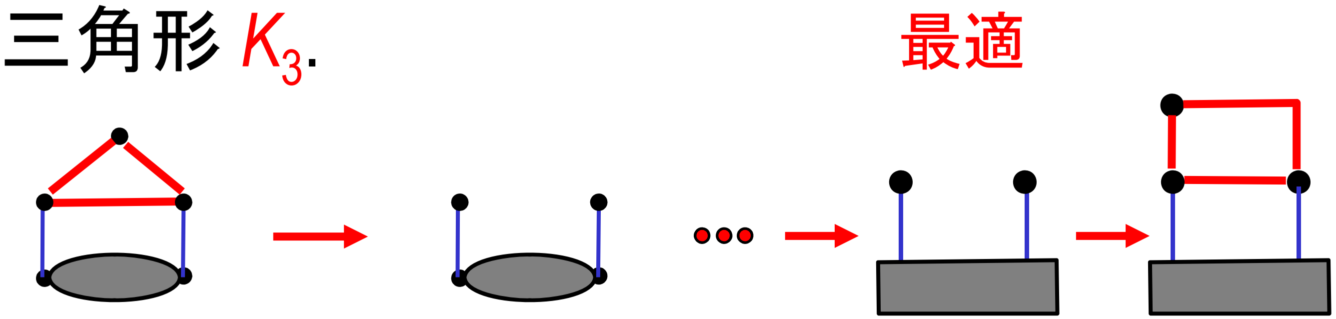


Else If ∃ 互い隣接している次数２の２点u,v

Then



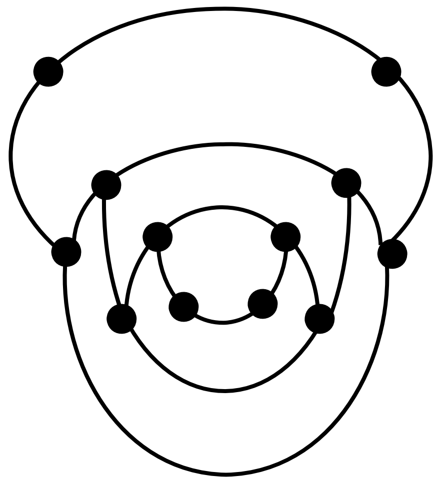
Else ∃ 三角形 K_3.



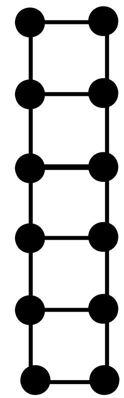
研究成果　（直交描画問題）

直並列グラフに対し

$\Delta \leqq 3$のとき，　O(n) 時間



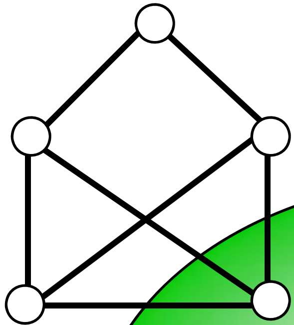
直並列グラフ

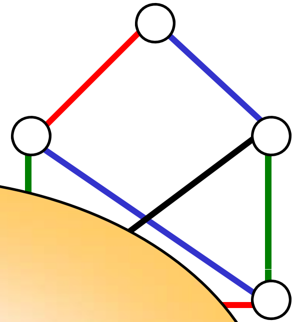


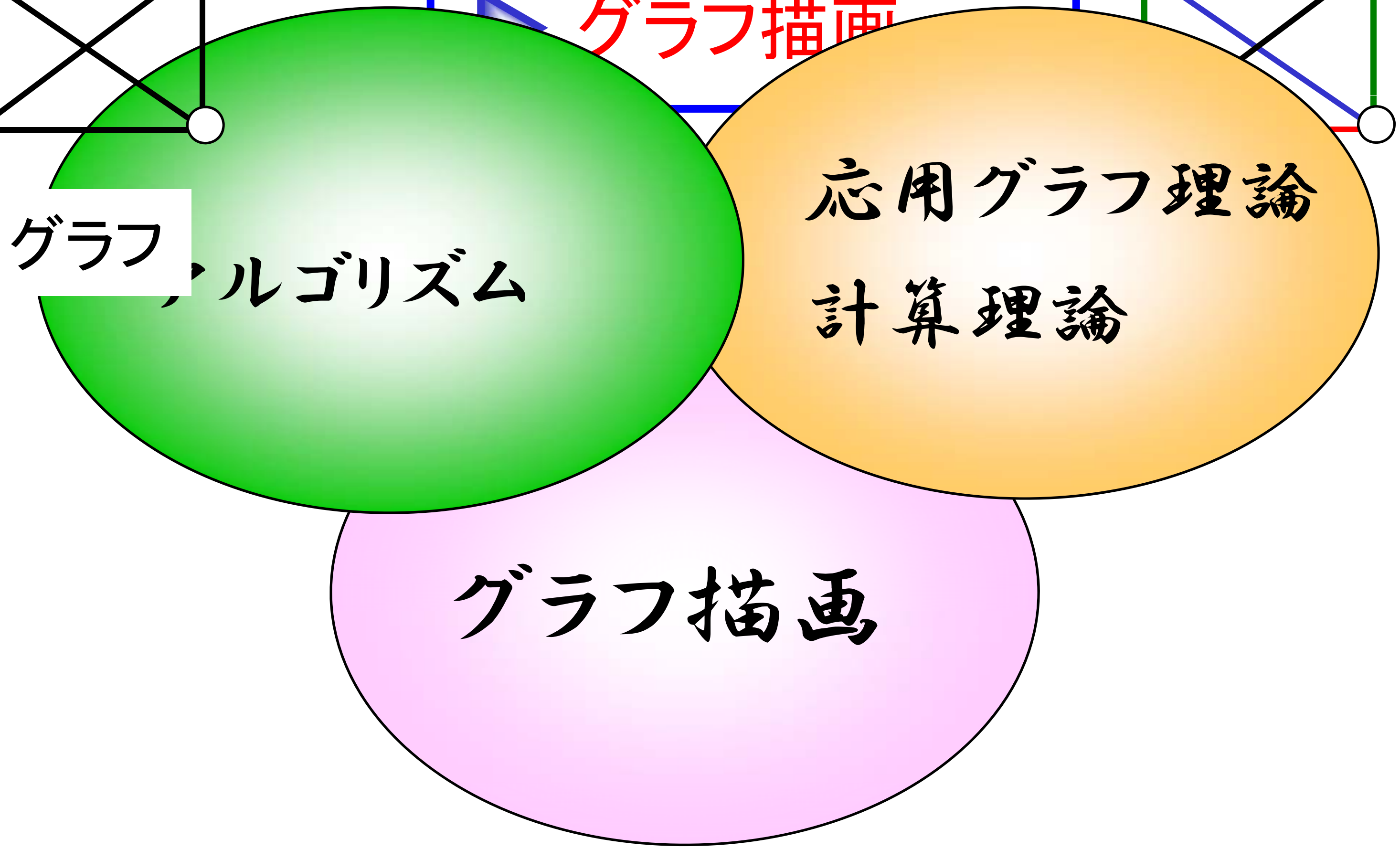
直交描画

主な研究テーマの紹介

- グラフ分割
- グラフ描画



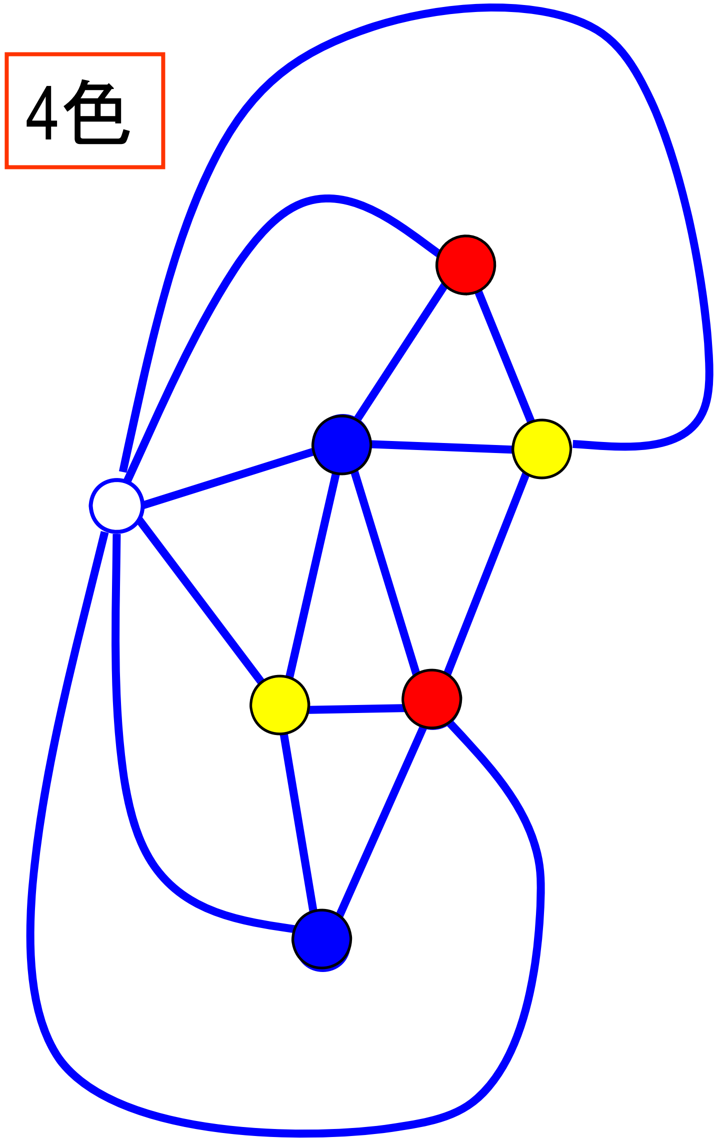


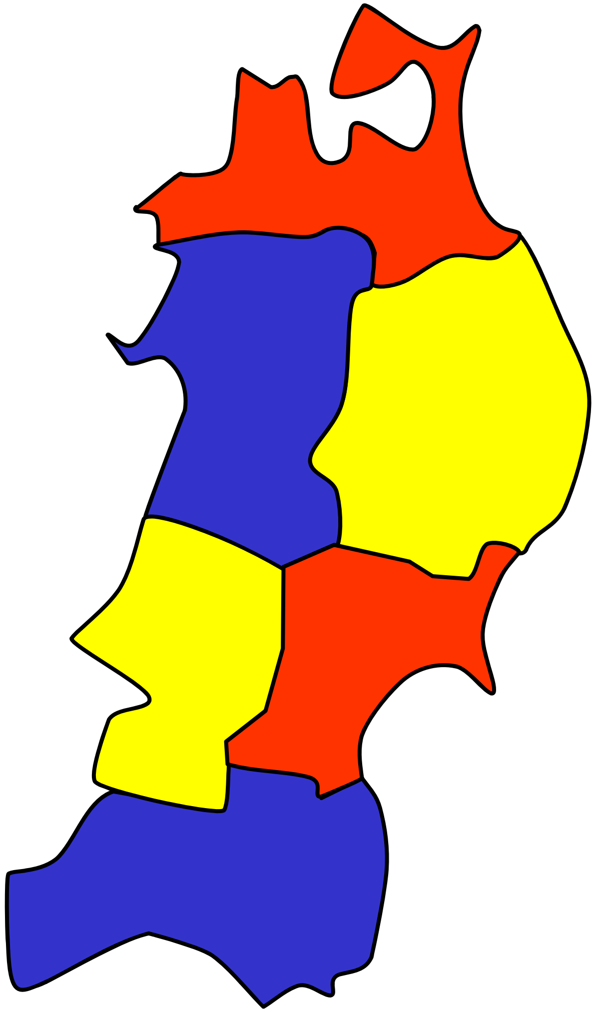


地図の彩色

点彩色

4色





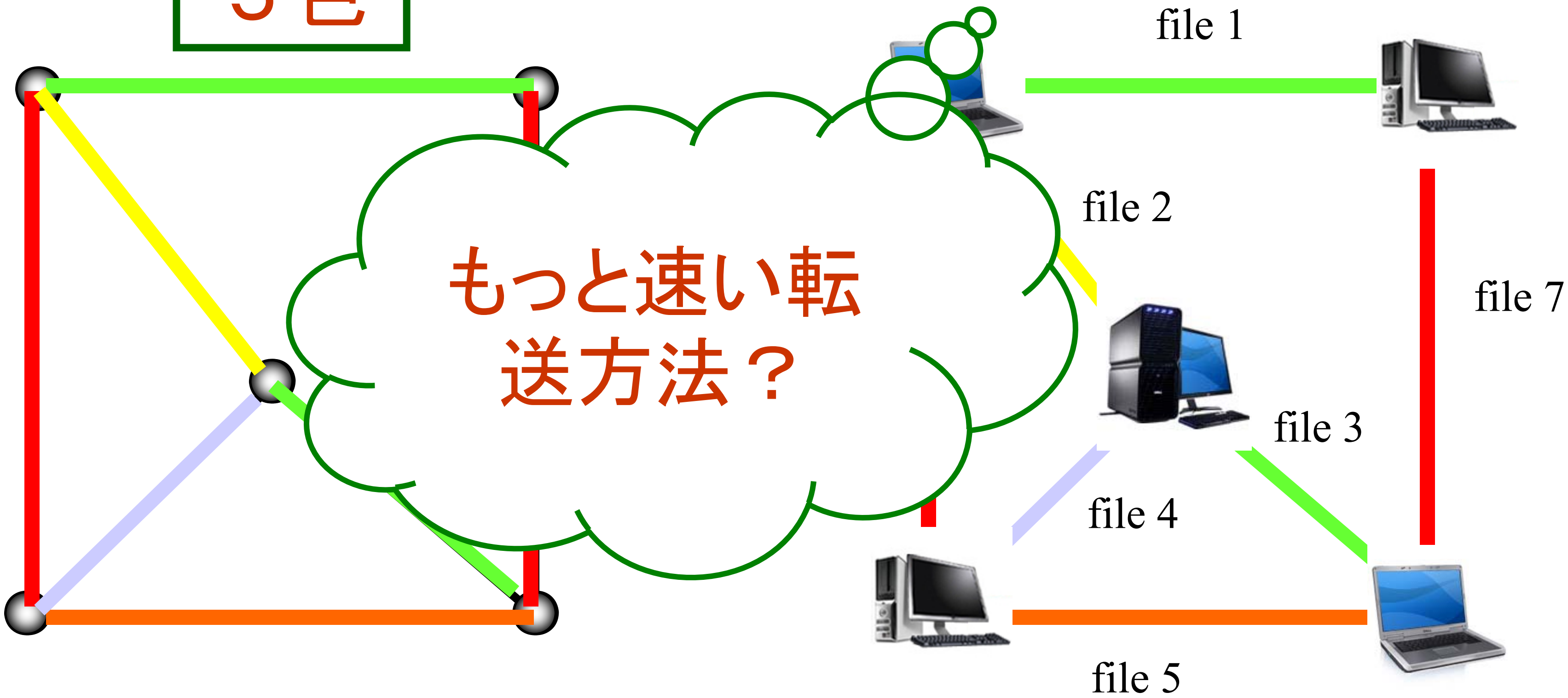
4色

辺彩色

時間帯： 1時間目 2時間目 3時間目 4時間目 5時間目

５色

転送時間： ５



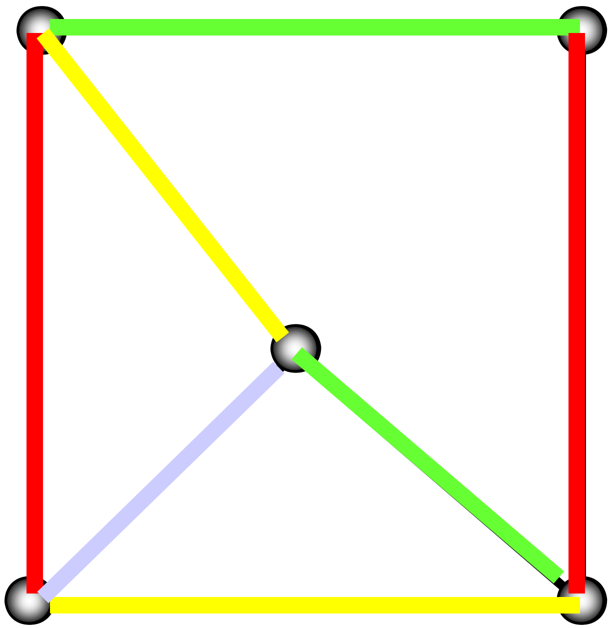
辺彩色

ファイル転送問題

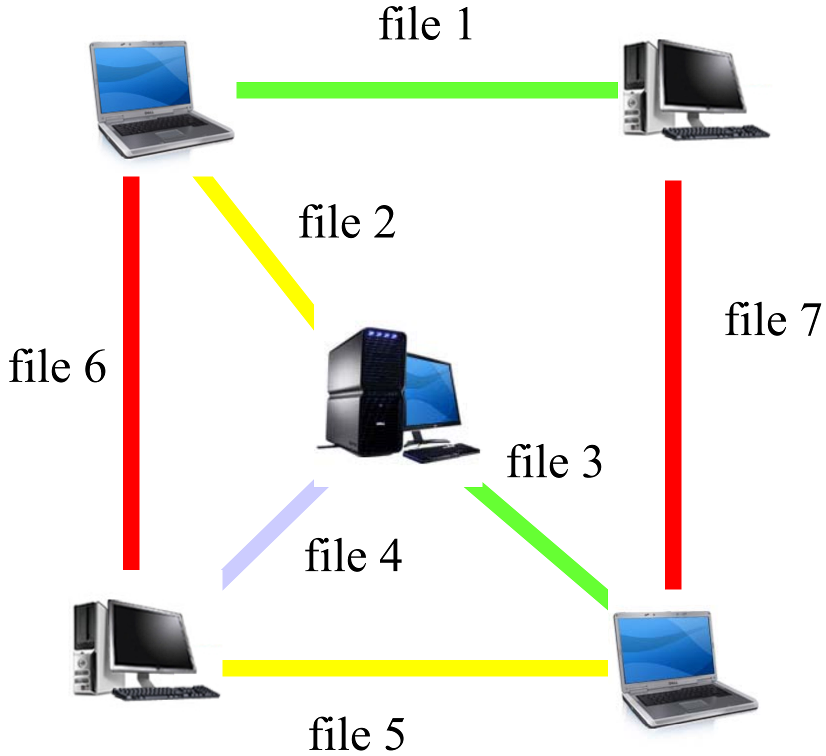
辺彩色

時間帯：1時間目 2時間目 3時間目 4時間目 5時間目

4色



転送時間：4



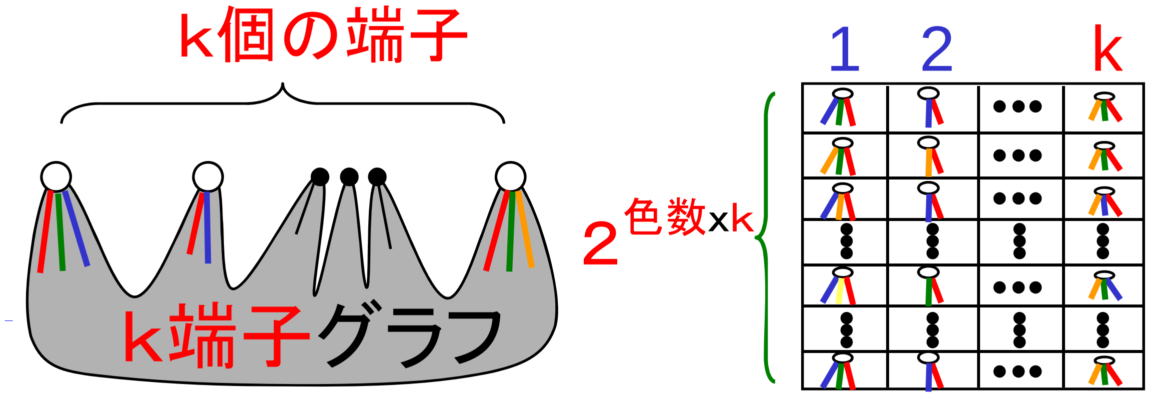
辺彩色

ファイル転送問題

色数 ＝ ファイル転送時間

辺型の問題について　動的計画法

最大次数が定数のとき



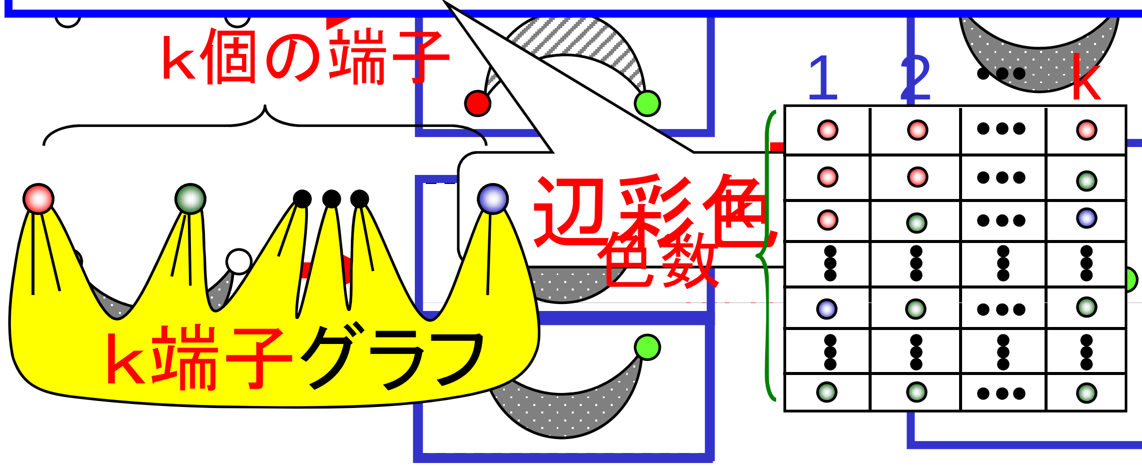
容易

DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

点型の問題:　∃　多項式時間アルゴリズム

辺型の問題:　∃　多項式時間アルゴリズム　？

点型の問題について　動的計画法

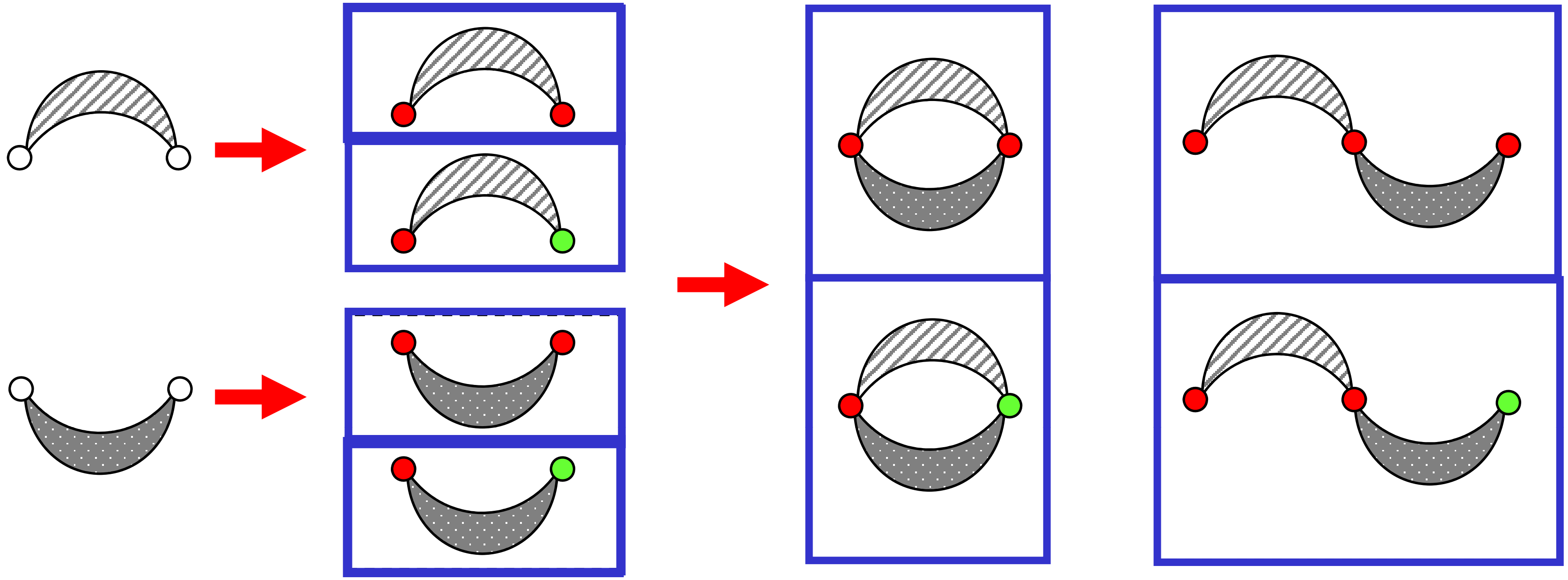


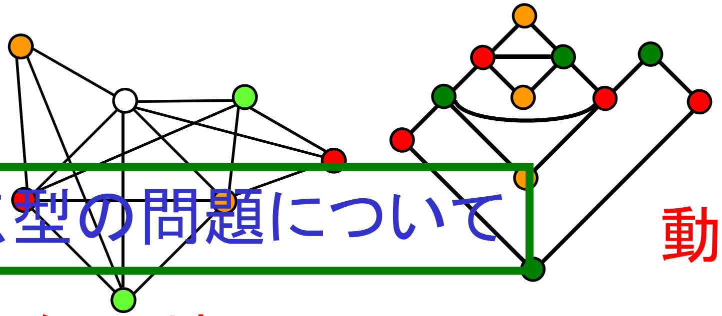
容易

DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

DP表(動的計画法)

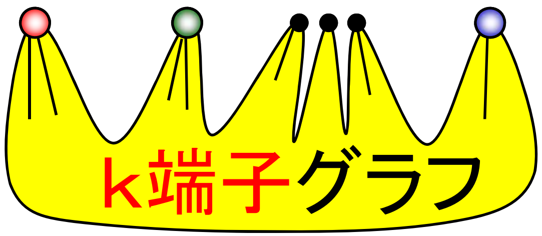




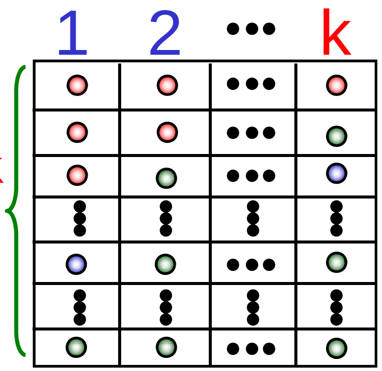
点型の問題について

動的計画法

k個の端子



色数^{k}



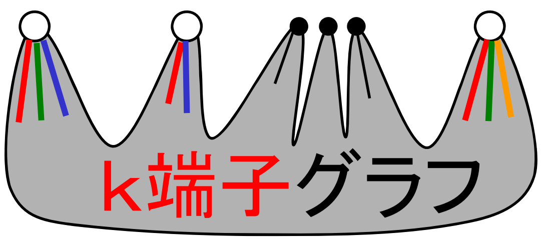
容易

DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

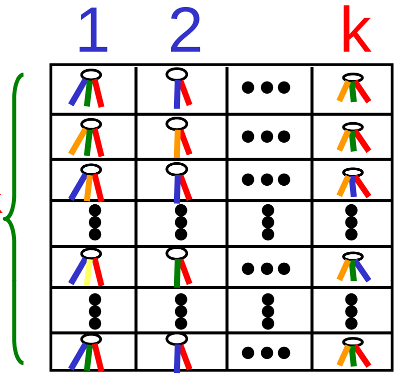
辺型の問題について

動的計画法

k個の端子

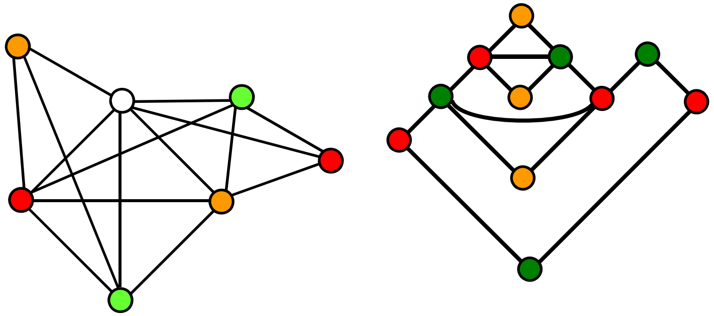


$2^{色数 \times k}$



困難

DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

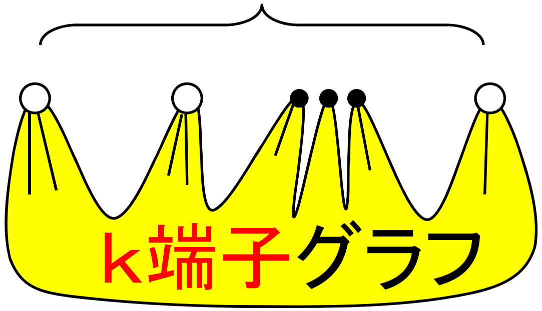


容易

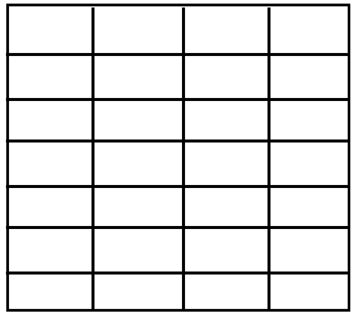
DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

辺型の問題について

k個の端子



動的計画法

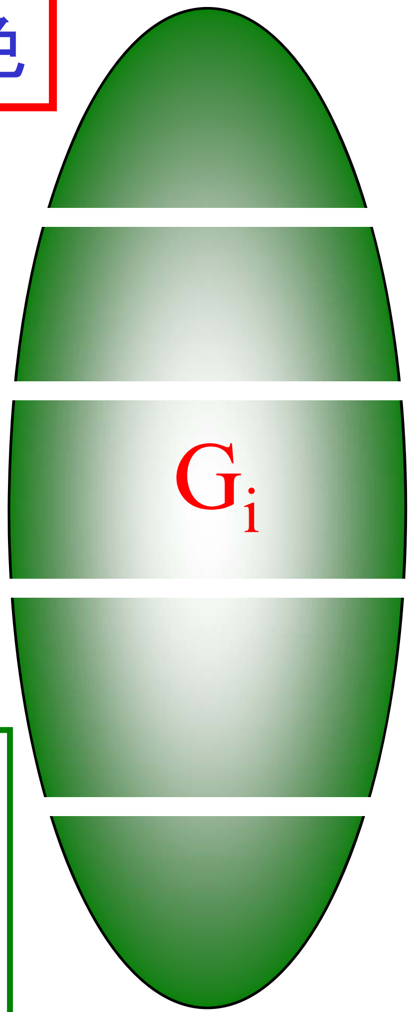


困難

DP表のサイズ:
入力サイズの多項式

分解

辺彩色



最大次数が大きいとき

部分k木G

$2k \leq$ 各部分グラフG_iの最大次数 $\leq 3k$

$\sum$ G_iの最大次数 ＝Gの最大次数

↓

G_iの彩色指数 ＝G_iの最大次数

部分k木Gの彩色指数 ＝$\sum$ G_iの彩色指数

＝Gの最大次数

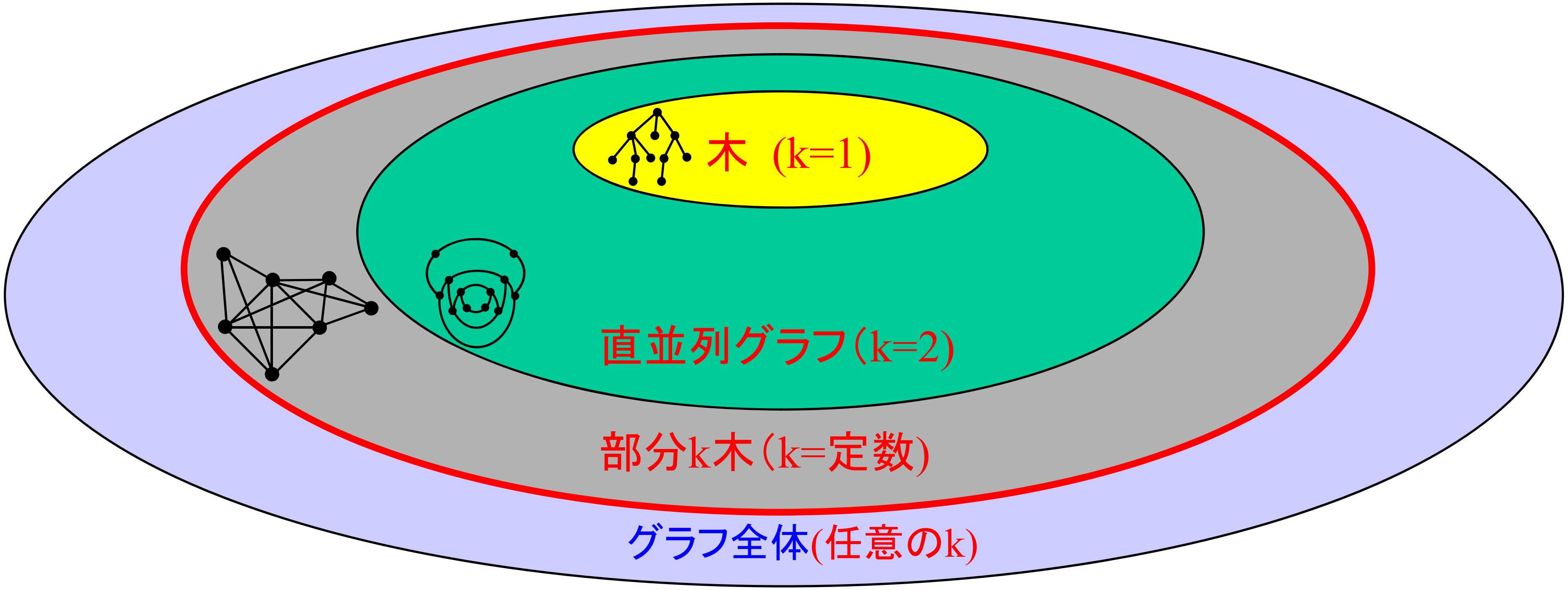
主な研究テーマの紹介

辺彩色問題 ∈ NP困難

入力：グラフG
出力：最小色数でGの辺彩色

研究成果

部分k木に対して、　線形時間アルゴリズム



発表の流れ

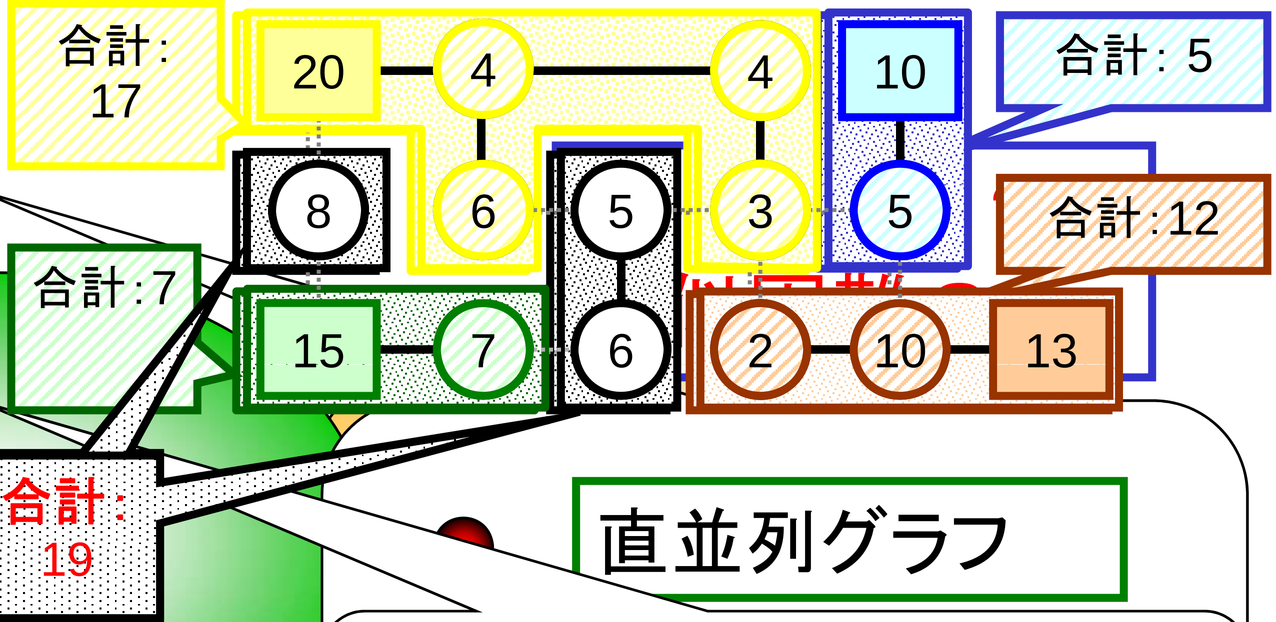
- 研究内容の概要
- 主な研究テーマの紹介
- 今後の研究課題

今後の研究課題

- グラフ分割

最大問題

最小問題



アルゴリ

グラフ

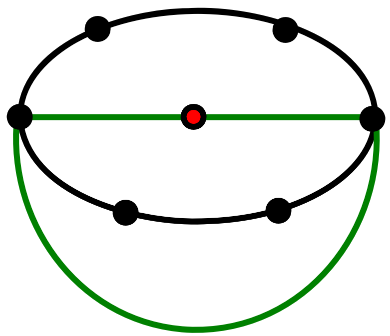
- 直並列グラフ
- 木

今後の研究課題

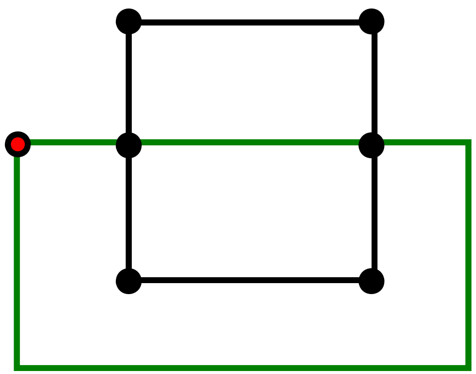
- グラフ分割
- 直交描画

∃ 線形時間アルゴリズム？

最大次数が4以下の
直並列グラフ



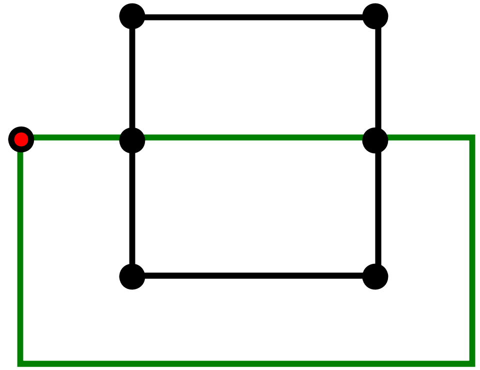
最大次数:4
直並列グラフ



二次元直交描画

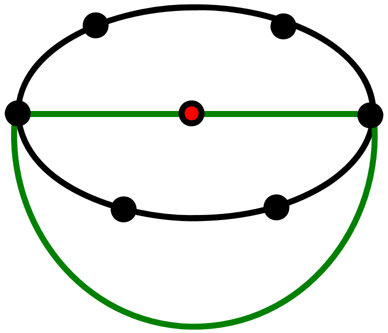
今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画

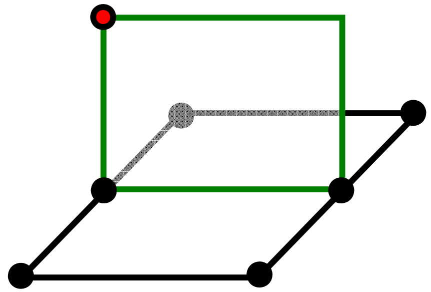


二次元直交描画
折れ曲り：3

三次元描画　？



最大次数：4
直並列グラフ



三次元直交描画
折れ曲り：1

今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画
- グラフ彩色

今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画
- グラフ彩色

WDM光ネットワークの波長割り当て

辺彩色という

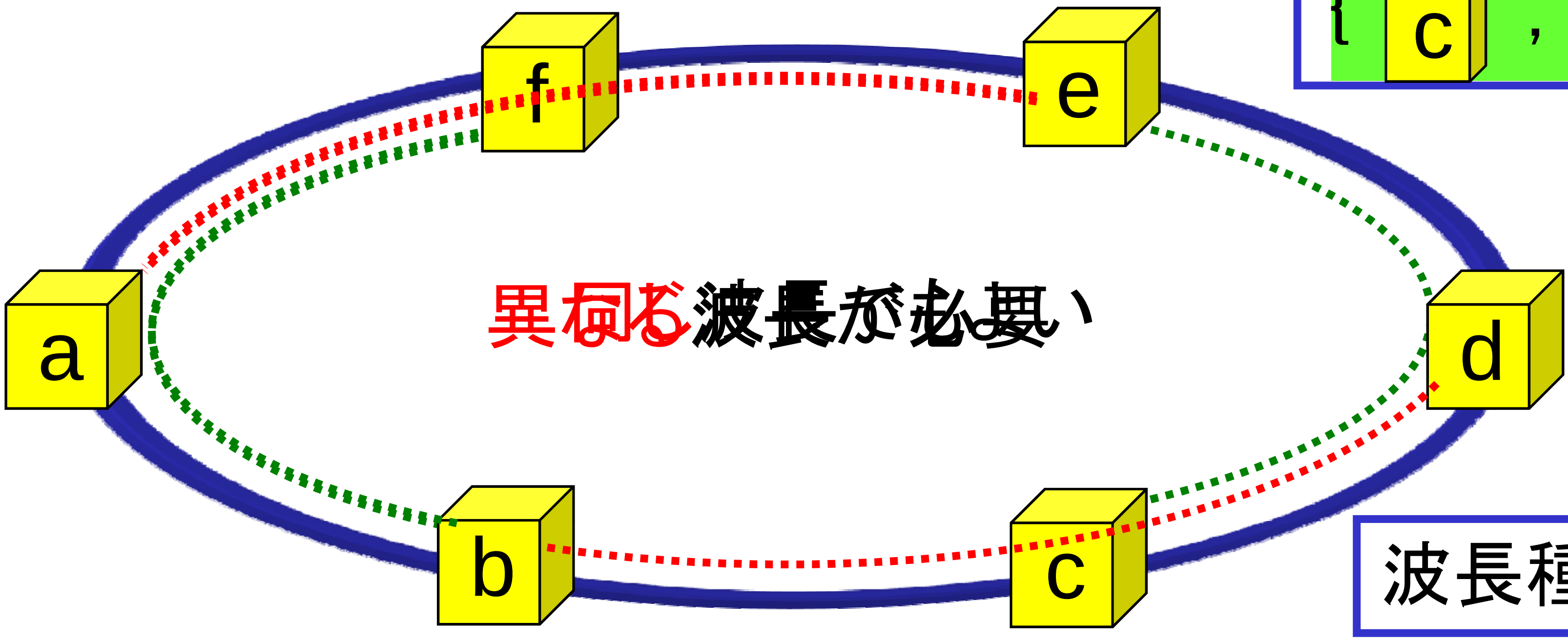
通信要求：

{a, e}

{b, d}

{b, f}

{c, e}



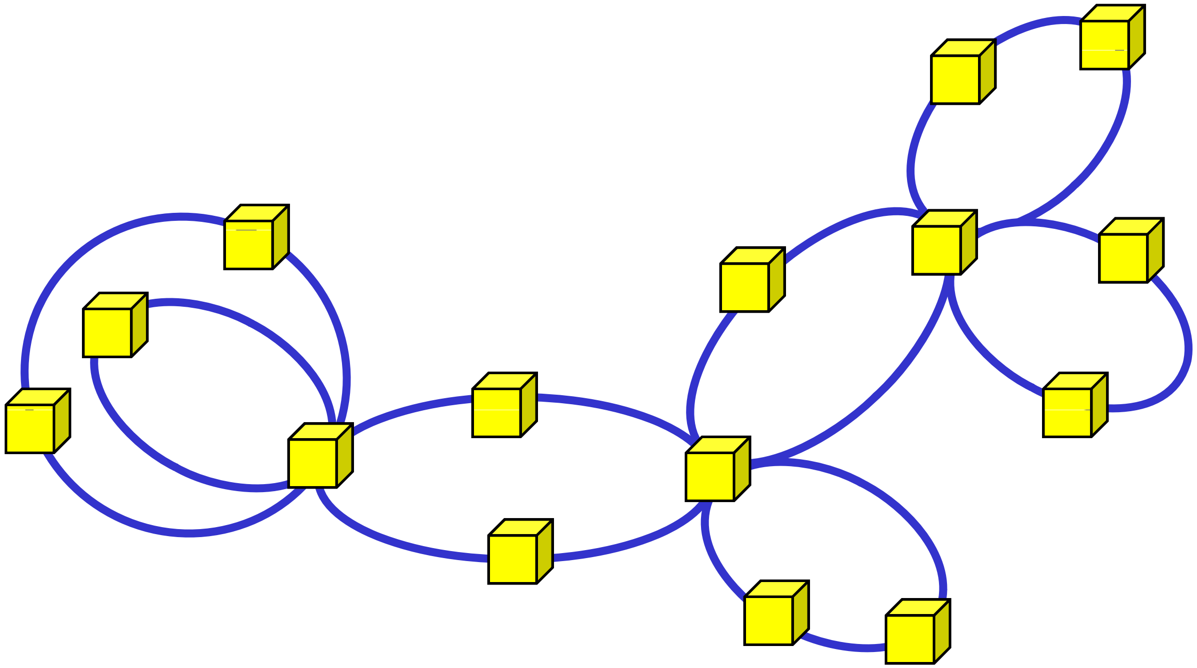
波長種類：2

今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画
- グラフ彩色

道彩色という

∃　よい近似アルゴリズム？



今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画
- グラフ彩色

辺彩色

彩色アルゴリズムに関する本の執筆

多重彩色

リスト彩色

・
・
・

Graph Coloring Algorithms

- Part 1: Introduction
- Part 2: Vertex-Coloring
- Part 3: Edge-Coloring
- Part 4: Total Coloring
- Part 5: List Coloring
- Part 6: Cost Coloring

今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画
- グラフ彩色
  - 辺彩色
  - 彩色アルゴリズムに関する本の執筆
  - 多重彩色
  - 4色定理の証明を簡単化する
  - リスト彩色
    - K.Appel, W. Haken, 1976
    - N. Robertson, D.P. Sanders, P. Seymour, R. Thomas, 1997

Graph Coloring Algorithms

- Part 1: Introduction
- Part 2: Vertex-Coloring
- Part 3: Edge-Coloring
- Part 4: Total Coloring
- Part 5: List Coloring
- Part 6: Cost Coloring

今後の研究課題

- グラフ分割
- 直交描画
- グラフ彩色

辺彩色

彩色アルゴリズムに関する本の執筆

多重彩色

リスト彩色

⋮

Graph Coloring Algorithms

- Part 1: Introduction
- Part 2: Vertex-Coloring
- Part 3: Edge-Coloring
- Part 4: Total Coloring
- Part 5: List Coloring
- Part 6: Cost Coloring

今後の研究課題

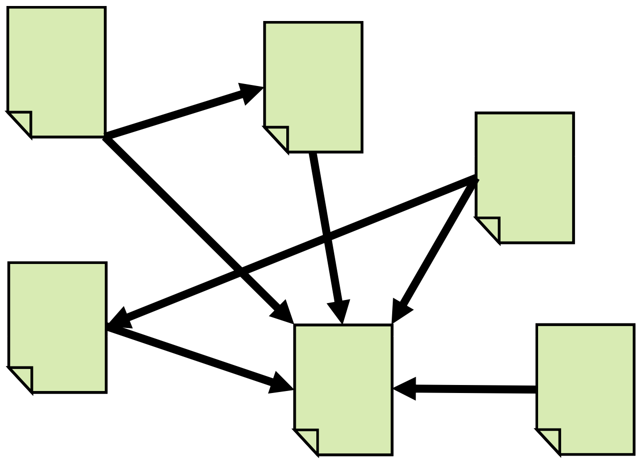

goo
gooをホームに設定 | ヘルプ
光TAXI。今週の乗客「石井 苗子」
NTTレゾナント
何をお探しですか？
画像・動画・音楽
カテゴリー
タウンページ
ケータイ
ウェブ
を検索
文章で検索する
[検索オプション]
使い方
画像
辞書
英和
和英
国語
情報
ブログ
教えて！
ニュース
ツールバー
gooラボ
検索で知るコトバ
生活型制度
ルーピング
越冬キャベツ
歌会始の儀
iPod対応ジーンズ
小梅日記
くまのこうちょうせんせい
メール
goo ID
新規登録
ログイン
ニュース 天気 スポーツ テレビ番組 地域 健康 UP! 環境 スキー
自動車&バイク 旅行 住宅・不動産 求人&転職 進学&資格 マネー
ショッピング オークション デジタル製品 購入比較 ダウンロード
辞書 路線 地図 郵便 口座 カレンダー RSSリーダー
映画 動画配信 音楽 楽曲配信 ゲーム アニメ 占い 懸賞
ブログ 教えて！goo 掲示板 簡単ホームページ eカード
恋愛&結婚 グルメ ダイエット ベビー UP! キッズ UP! ペット 日経goo
日経goo - 仕事に役立つビジネス情報統合サイト
全70サービス
人間が本来持つ自己回復力を
ドモホルンリンクル
Domohorn Wrinkle
おすすめサイト
年末のボーナスは上がった？下がった？ 賞与制度を徹底比較！
※ 裏ワザ ※ →カッコいいメルアドの作り方公開中♪
だれでもカンタンにホームページを作成可能!【OCNホスティング】
新検定【個人情報保護法検定】開催《申込受付開始》(財)情報協
高額査定できっとあなたも大満足！！クルマ売るならT－UP！！
ニューストピックス
一覧
松下が全世帯にはがき、異例 NEW
母娘殺傷、血が付いた男目撃 NEW
外務省知らせず首相が激怒
米証券業界の賞与が過去最高
城島が「ガリ勉のジョー」に
美奈子さんカレンダー発売へ NEW
ブラマヨ・小杉、空き巣被害
大雪で孤立、津南町2日遅れの始業式
(読売新聞)
注目ワード
キーワードランキング
ひと駅族 ヘアバンブーム 鍋奉行入門 16歳のかるた女王 犬顔の家具
スポーツ
トリノ五輪連載コラム 悩める人気者、安藤美姫

検索エンジン	入力　：　キーワード（ユーザの欲しい情報）
	出力　：　Webページ

1）　Webから数十億のWebページを集める.

2）　各Webページを解析してリンクデータを作る.

3)　リンクデータを元に出力するWebページを判断する.



Web上の
Webページとリンクの例

検索エンジン　入力 ： キーワード（ユーザの欲しい情報）

出力 ： Webページ

1） Webから数十億のWebページを集める.

2） 各Webページを解析してリンクデータを作る.

①Webページにページ番号を振る.

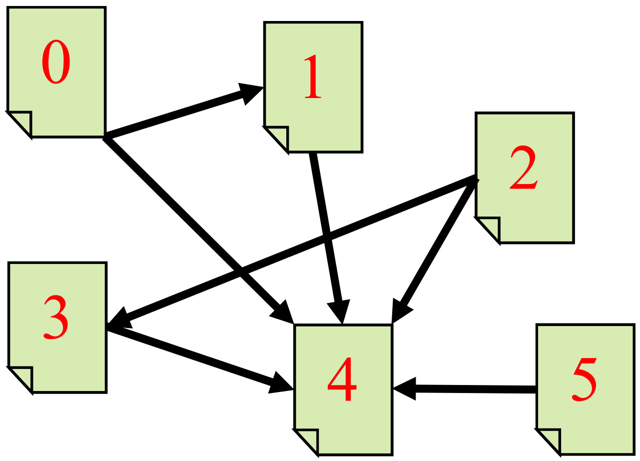
②リンクデータを作成.

この際，Webを

Webページを点

リンクを有向辺

としたWebグラフで表す.



Web上の
Webページとリンクの例

検索エンジン

入力 : キーワード(ユーザの欲しい情報)

出力 : Webページ

1) Webから数十億のWebページを集める.

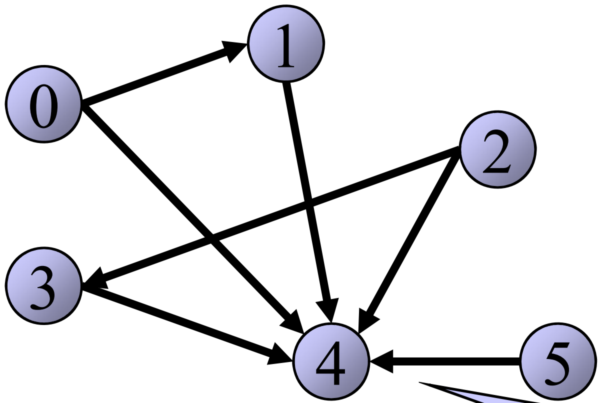
2) 各Webページを解析してリンクデータを作る.

①Webページにページ番号を振る.

②リンクデータを作成.

この際, Webを
- Webページを点
- リンクを有向辺

としたWebグラフで表す.



Webグラフの例

リンクは始点と終点の対で表される → (5, 4)

検索エンジン

入力　:　キーワード（ユーザの欲しい情報）

出力　:　Webページ

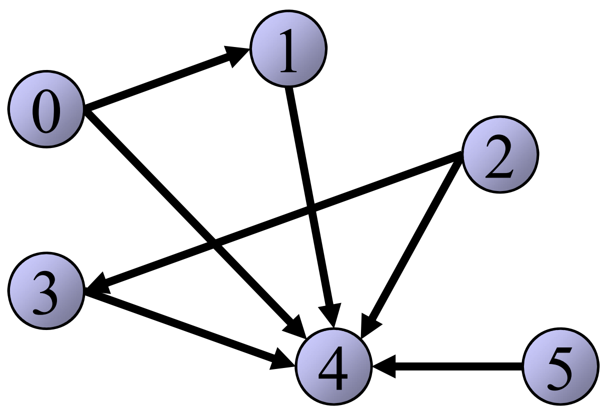
1）　Webから数十億のWebページを集める.

2）　各Webページを解析してリンクデータを作る.

①Webページにページ番号を振る.

②リンクデータを作成.

始点番号	終点番号の集合
0	1, 4



Webグラフの例

検索エンジン

入力　：　キーワード（ユーザの欲しい情報）

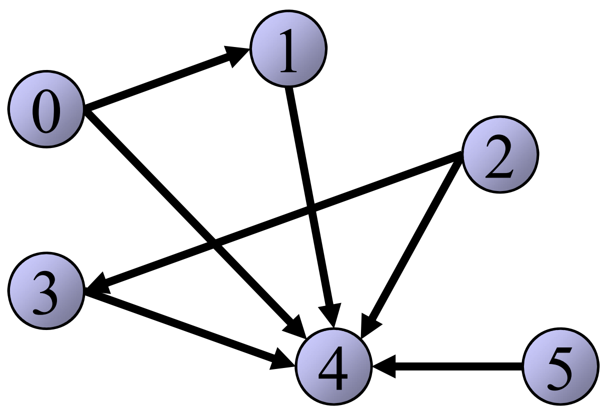
出力　：　Webページ

1）　Webから数十億のWebページを集める.

2）　各Webページを解析してリンクデータを作る.

①Webページにページ番号を振る.

②リンクデータを作成.



Webグラフの例

始点番号	終点番号の集合
0	1, 4
1	4
2	3, 4
…..	…..

検索エンジン

入力　：　キーワード（ユーザの欲しい情報）

出力　：　Webページ

1）　Webから数十億のWebページを集める.

2）　各Webページを解析してリンクデータを作る.

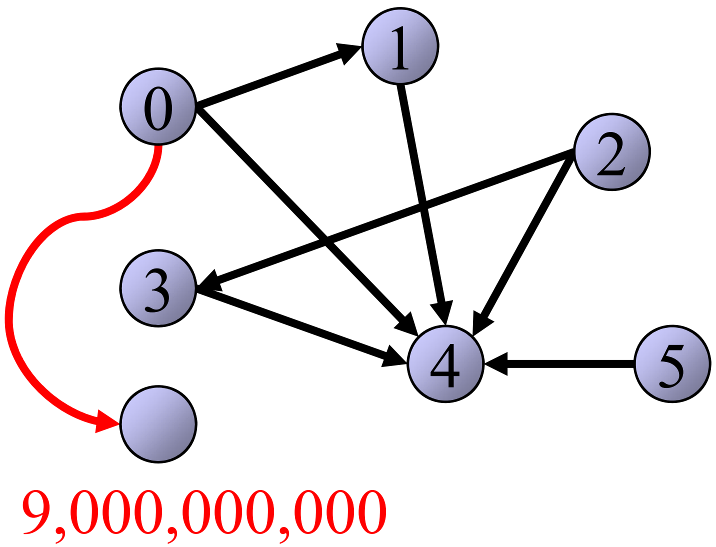
①Webページにページ番号を振る.

②リンクデータを作成.

始点番号	終点番号の集合
0	1, 4
1	4
2	3, 4
…..	…..

検索エンジンでは
このような
リンクデータを使って
出力するページを
計算している

リンクデータの巨大さ



リンクデータ

始点番号	終点番号の集合
0	1, 4 , 9000000000
1	4
2	3, 4
…..	…..

リンク1本あたりにかかる
bit数を小さく(圧縮)したい

単純な方法で 整数1つごとに64bit必要.

よって，リンク1本あたり64bit(8 byte)程度が必要になり，
リンクデータ全体(約100億本の辺)には80GBが必要となる.

End

今後の研究課題

Web

アルゴリズム

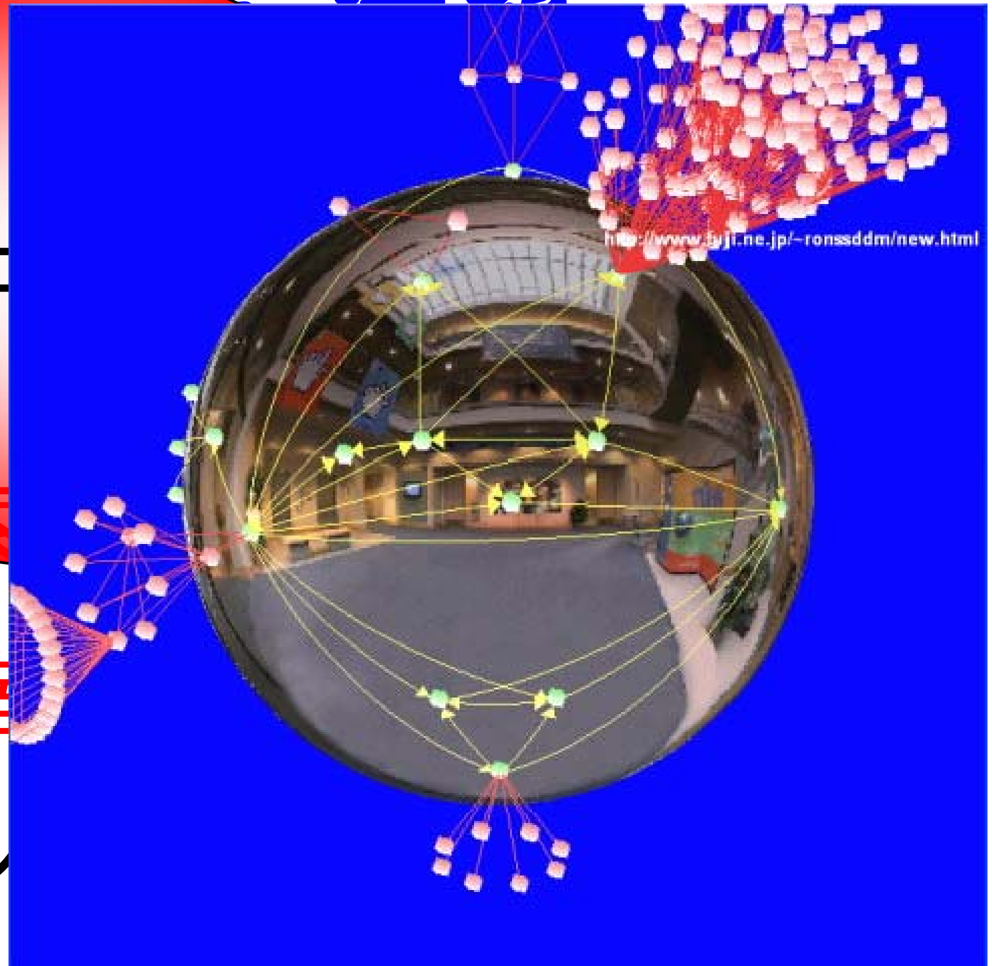
分散するコンピュータの余剰CPUパワーを活用して仮想的にスーパーコンピュータを実現するアルゴリズム

- Web情報検索アルゴリズム
- Web情報圧縮アルゴリズム
- Web計算アルゴリズム

今後の研究課題

Web

アルゴ

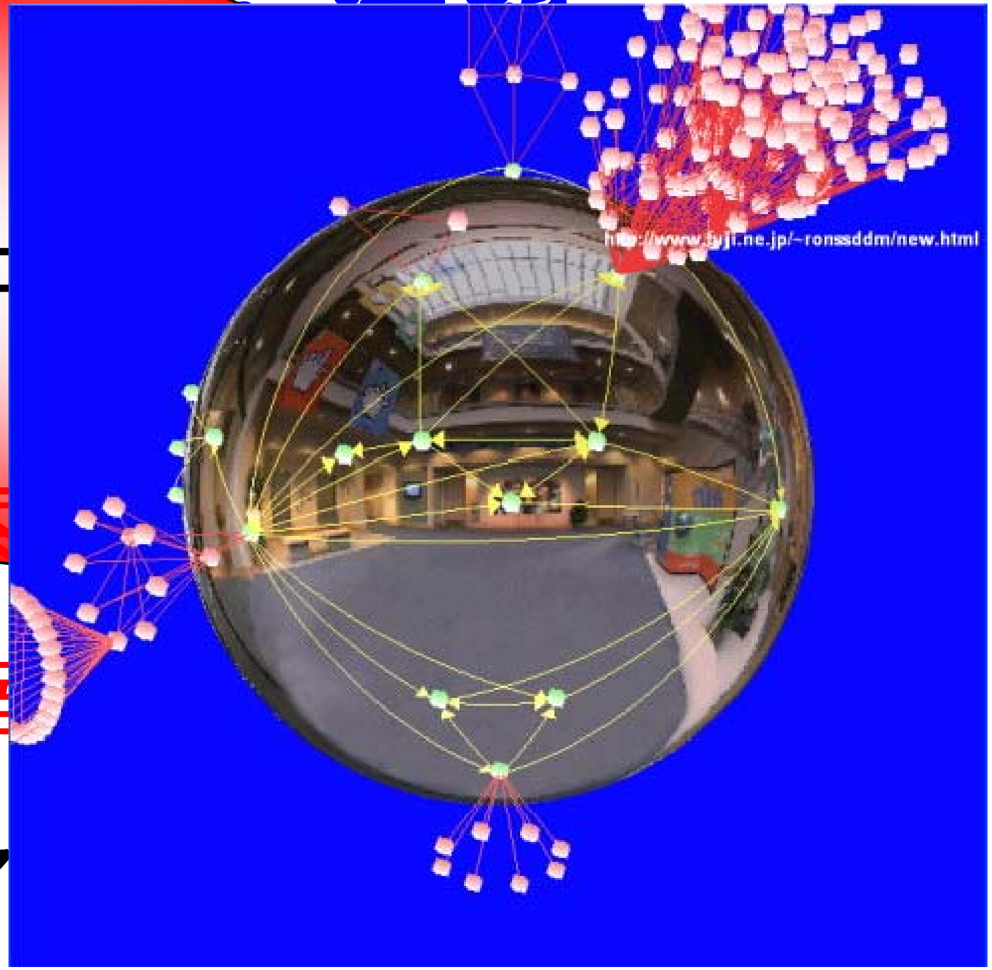


- Web情報検索
- Web情報圧縮
- Web計算アル
- Web可視化アルゴリズム

今後の研究課題

Web

アルコ



- Web情報検索
- Web情報圧縮
- Web可視化ア

発表の流れ

- ▷ 研究内容の概要
- ▷ 主な研究テーマの紹介
- ▷ 今後の研究課題

End

End

今後の研究課題

Web
アルゴリズム

- Web情報検索アルゴリズム
- Web情報圧縮アルゴリズム
- Web計算アルゴリズム
- Web可視化アルゴリズム

⋮

今後の研究課題

- 固定パラメータアルゴリズム

$f(k) \times n^{O(1)}$時間アルゴリズム

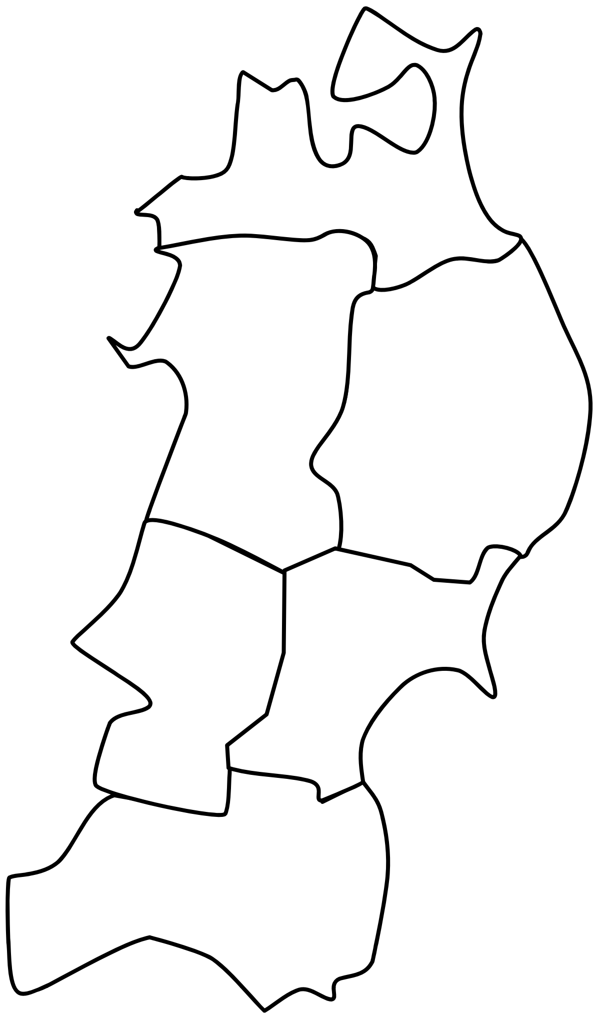
ここで、

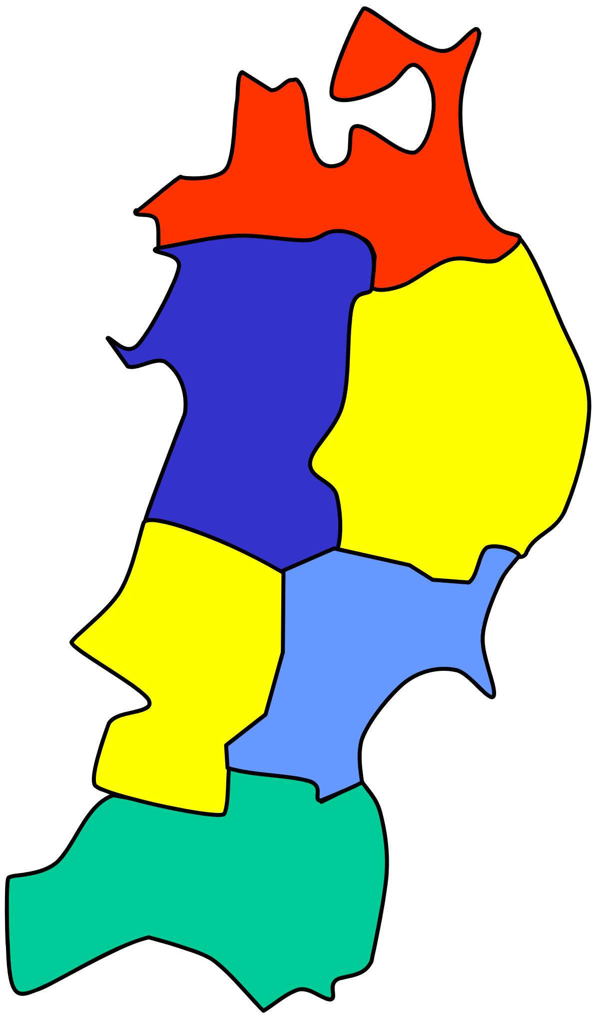
k：パラメータ

$f(k)$：kに関する関数

n：問題の入力サイズ

地図の彩色

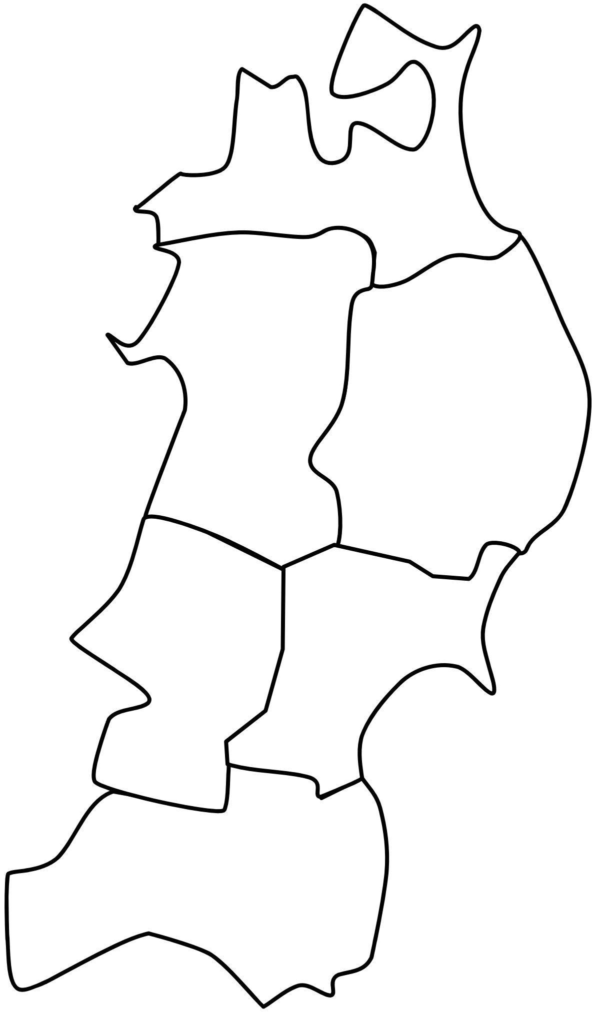


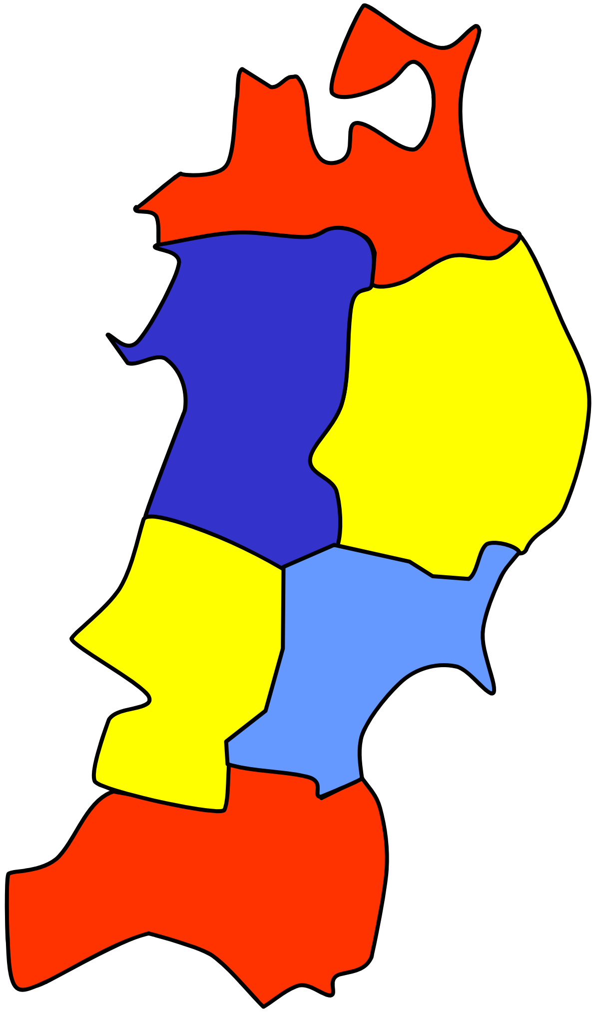


6色

5色?

地図の彩色



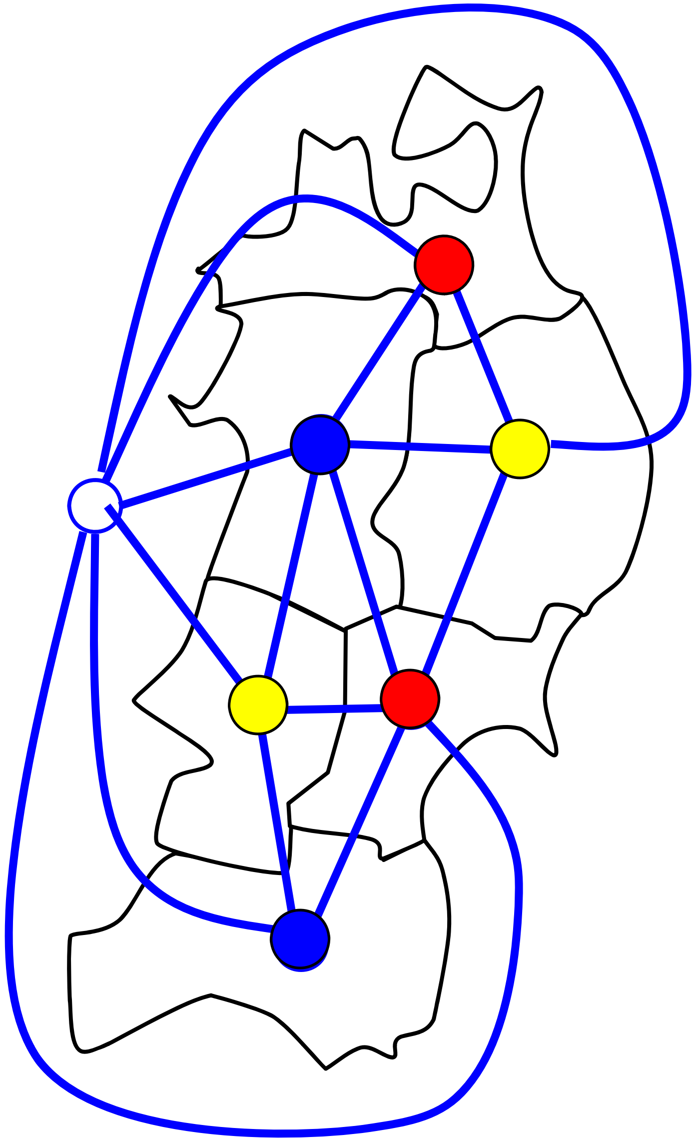


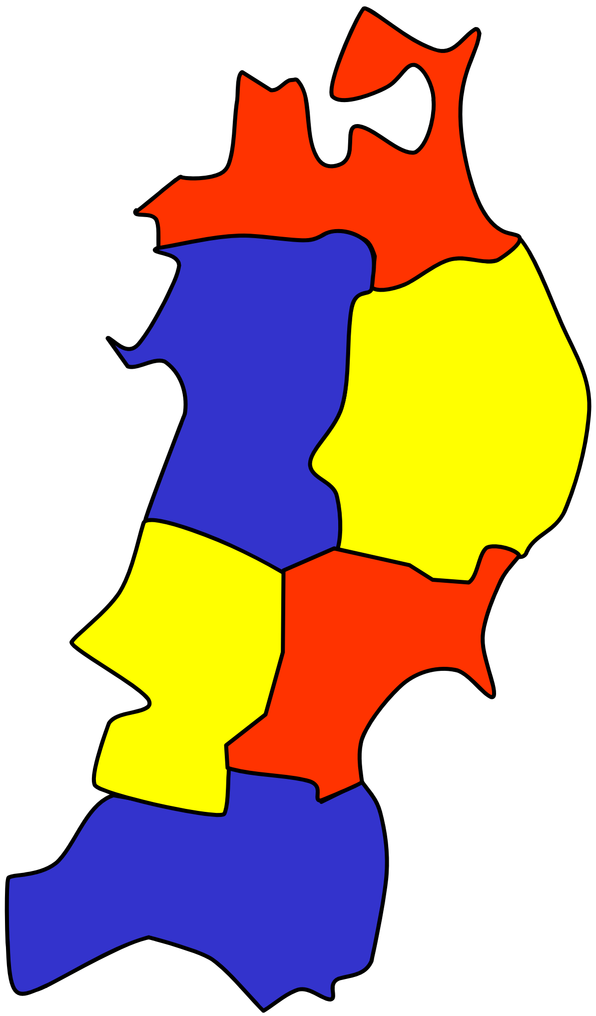
5色

4色?

地図の彩色

点彩色





4色

3色?

4彩色定理

地図を4色で彩色可能

提案：Francis Guthrie, 1852

最近の研究成果

証明：AppelとHaken,1976

平面グラフを4色で点彩色可能

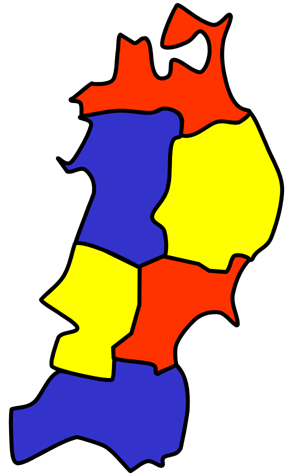
ある条件を満たす点ラベリングが存在する

証明：Tait, 1880

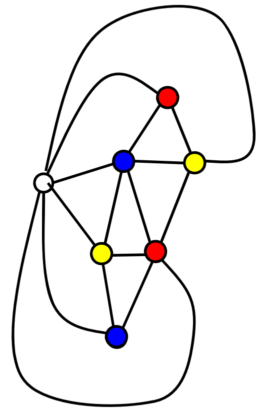
課題

全ての次数が3の平面グラフを3色で辺彩色可能

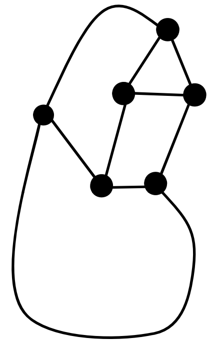
全ての次数が3の平面グラフに対して、辺上のラベリングが存在する



4色



4色

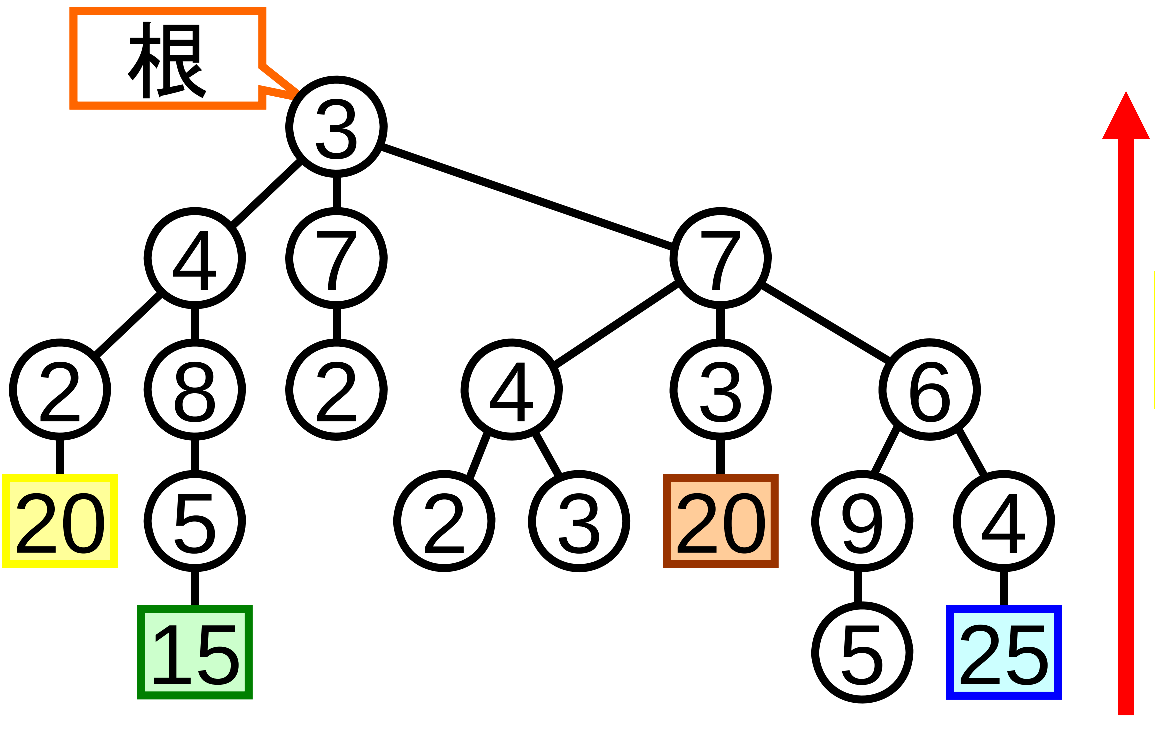


(2)完全近似スキーム（FPTAS）

計算時間

各点 ・・・・・・・・・・・・・・ $O(F^2)$

グラフの点数：　n



動的計画法

Pseudo-Polynomial-Time Algorithm

Computation time

for each vertex ·················· $O(F^2)$

There are n vertices.

Computation time

$O(F^2n)$

The algorithm takes polynomial time if F is bounded by a polynomial in n.

(2) FPTAS

Let all demands and supply be positive real numbers.

For any ε, $0 < \varepsilon < 1$, the algorithm finds a partition of a tree T such that

$$\text{OPT} - \text{APPRO} < \varepsilon\,\text{OPT}$$

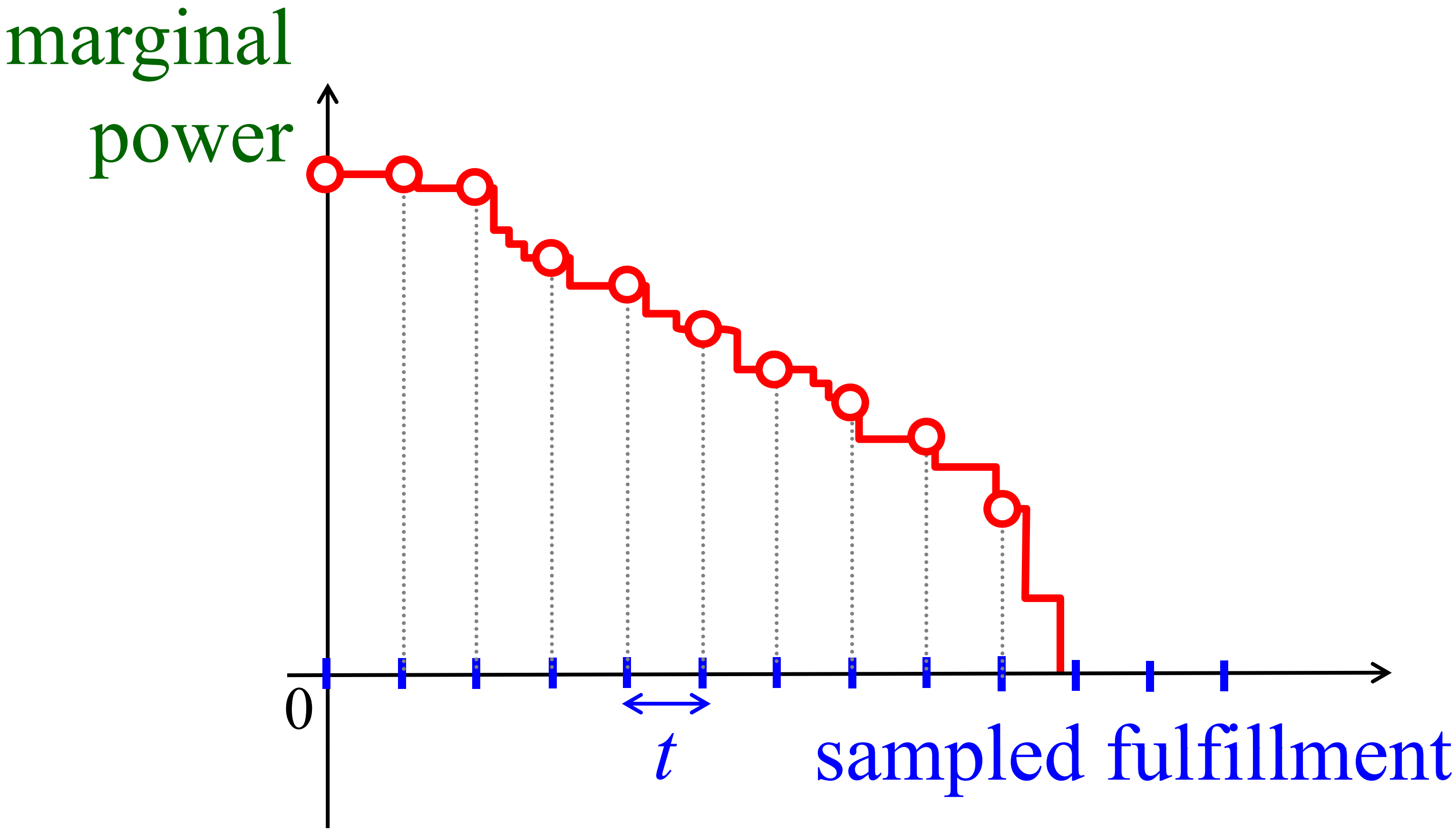
in time polynomial in both n and $1/\varepsilon$.

$$O\left(\frac{n^5}{\varepsilon^2}\right)$$

n : # of vertices

(2) FPTAS

The algorithm is similar to the previous algorithm.



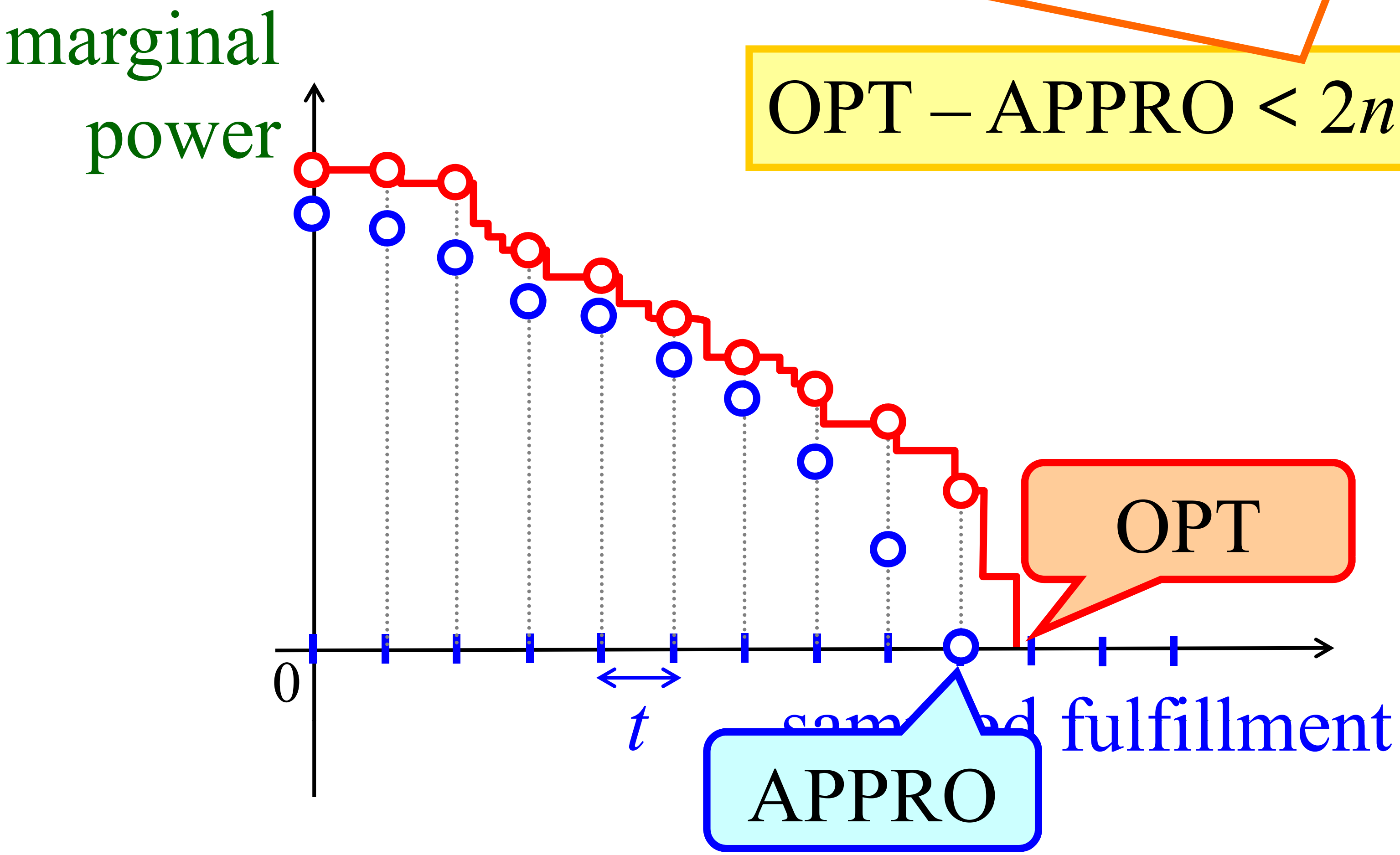
(2) FPTAS

The alg

total error < error/merge × # of merge

$< \quad 2t \quad \times \quad n$

OPT – APPRO < 2nt



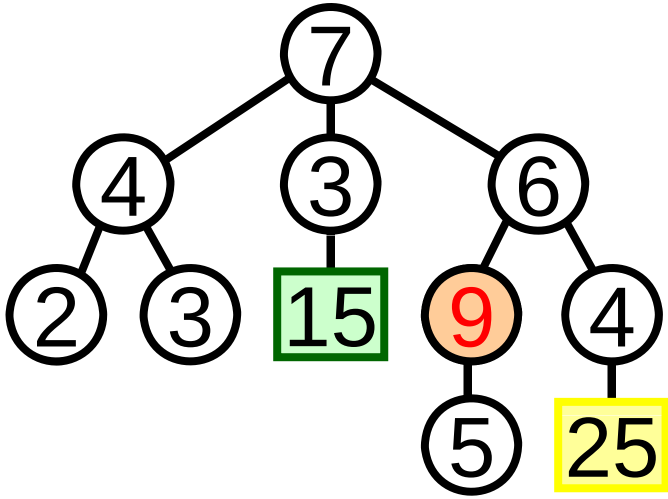
(2) FPTAS

Error

m_d: max demand

$$\text{OPT} - \text{APPRO} < 2nt$$

$$\boxed{t = \frac{\varepsilon\, m_d}{2n}}$$



$m_d = 9$

(2) FPTAS

Error

m_d: max demand

$$\mathrm{OPT} - \mathrm{APPRO} < 2nt$$

$$\boxed{t = \frac{\varepsilon m_d}{2n}}$$

$$= \varepsilon m_d$$

$$\boxed{m_d \leqq \mathrm{OPT}}$$

$$\leqq \varepsilon \mathrm{OPT}$$

$$\boxed{\mathrm{OPT} - \mathrm{APPRO} < \varepsilon \mathrm{OPT}}$$

error ratio $\dfrac{\mathrm{OPT} - \mathrm{APPRO}}{\mathrm{OPT}} < \varepsilon$

(2) FPTAS

Error

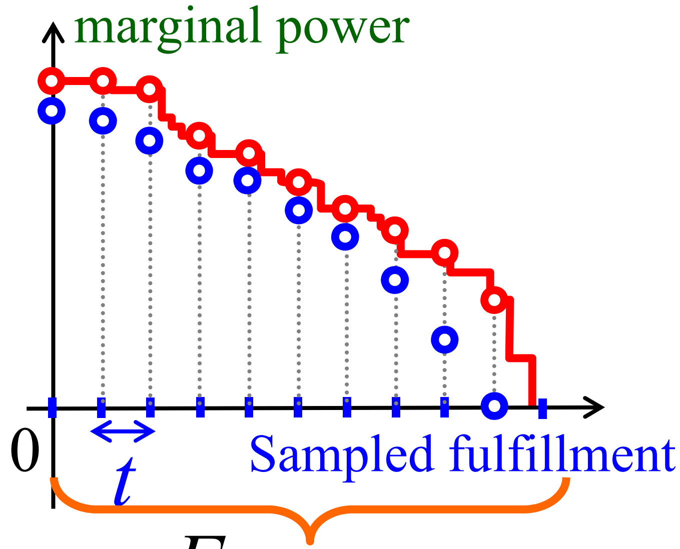
m_d: max demand

$$\mathrm{OPT} - \mathrm{APPRO} < \varepsilon\, \mathrm{OPT}$$

Computation time

$$O\left(\left(\frac{F}{t}\right)^2 n\right) = O\left(\frac{n^5}{\varepsilon^2}\right)$$

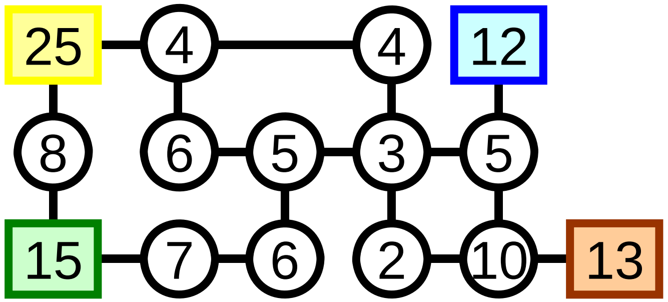
$$t = \frac{\varepsilon m_d}{2n}, \quad F \le n m_d$$



$\frac{F}{t}$ points

Conclusions

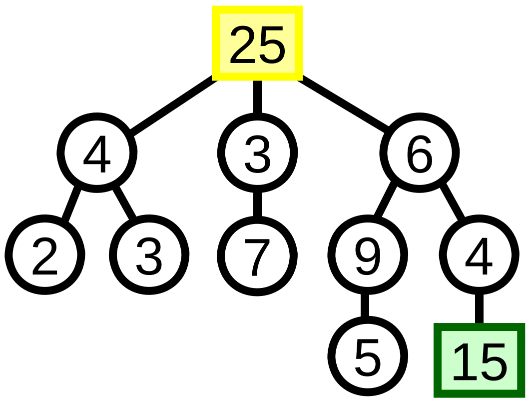
General graphs



(1) MAXSNP-hard
(APX-hard)

No PTAS unless P=NP

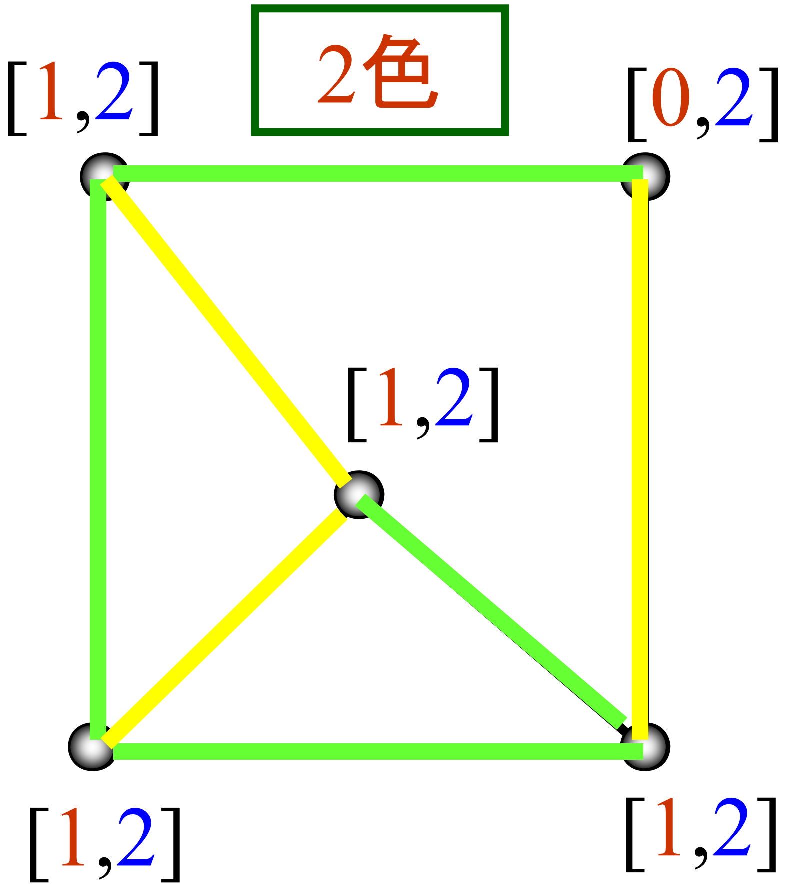
Trees



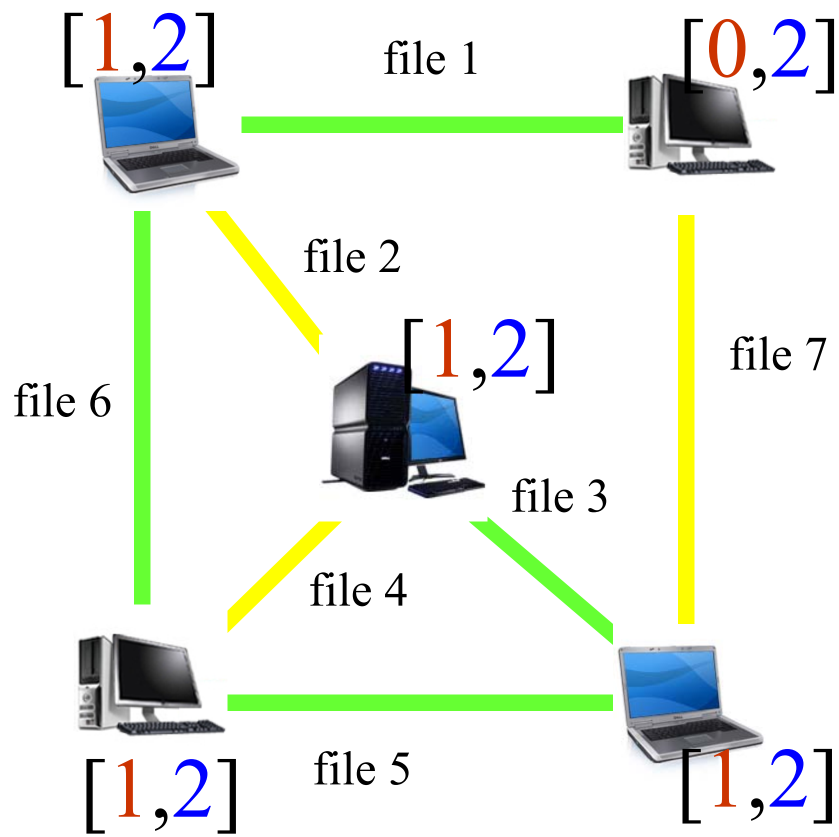
NP-hard

(2) FPTAS

時間帯： 1時間目 2時間目 3時間目 4時間目 5時間目

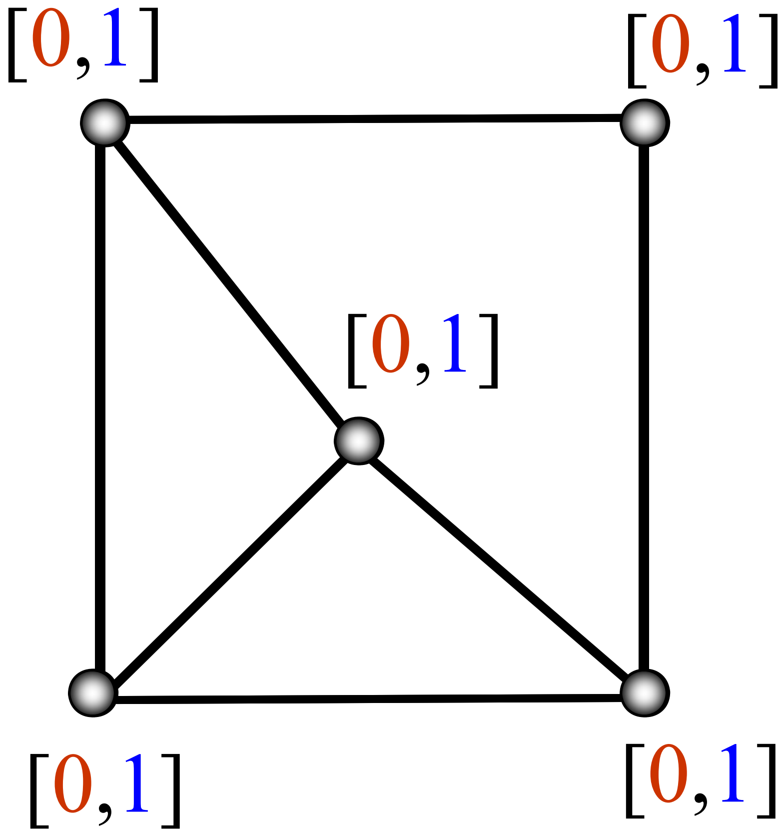


[g,f]彩色



ファイル転送問題

[0,1]彩色 ⟷ 辺彩色



[g,f]彩色問題　　$\in$ NP困難

入力：グラフG

出力：最小色数でGの[g,f]彩色

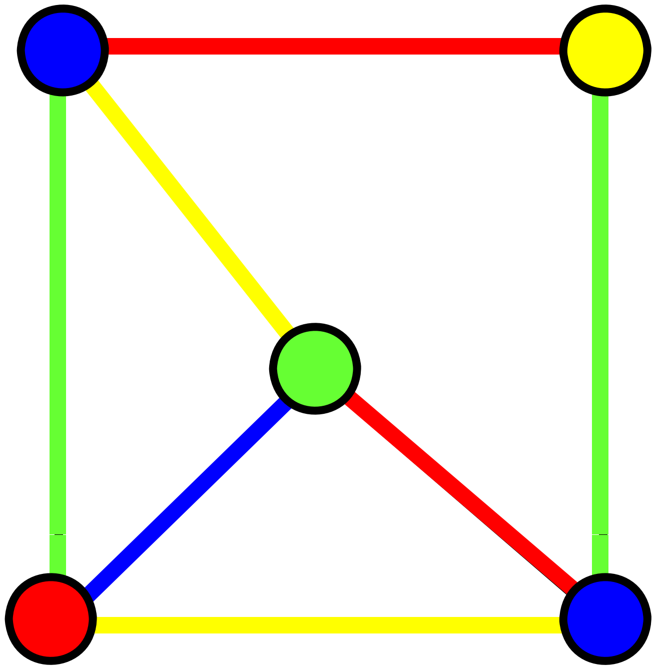
研究成果

部分k木に対して、　線形時間アルゴリズム

全彩色問題

以下の条件を満たすように点と辺を彩色することである。

- 隣接点に異なる色
- 隣接辺に異なる色
- 隣接点と辺に異なる色



全彩色問題　　$\in$ NP困難

入力：グラフG

出力：最小色数でGの全彩色

研究成果

部分k木に対して、　線形時間アルゴリズム