

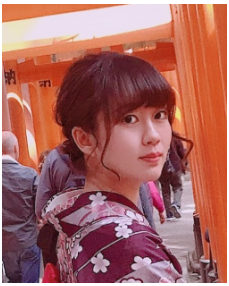
中学・高校向け 統合スケジューリングシステム

お茶の水女子大学 理学部情報科学科

折田祐希美・向井かのん

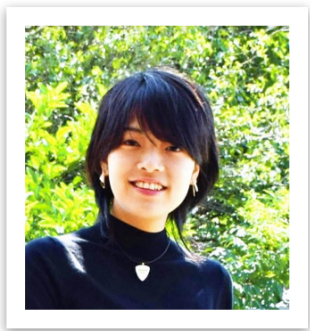
担当：田村PM

自己紹介



❖ 折田 祐希美（代表者）

- ❖ お茶の水女子大学 理学部情報科学科 工藤研究室 B4
- ❖ 毎日家族のご飯を作っている



❖ 向井 かのん

- ❖ お茶の水女子大学 理学専攻情報科学コース 工藤研究室 M1
- ❖ 折田さんに触発されて週5でご飯を作っている

アジェンダ

- ▶ 背景・目的・目標
- ▶ 時間割をアニーリングマシンで最適化するための定式化
- ▶ それぞれのマシンでの結果
- ▶ Webアプリケーション
- ▶ ヒアリング結果

アジェンダ

- ▶ 背景・目的・目標
- ▶ 時間割をアニーリングマシンで最適化するための定式化
- ▶ それぞれのマシンでの結果
- ▶ Webアプリケーション
- ▶ ヒアリング結果

プロジェクトの背景・目的

教員の業務量過多

- 学校関連のスケジューリング問題は多岐にわたる
- 特に人力の時間割作成は2週間もの時間を要する



アニメーリングマシンで時間割を自動化し、業務量を削減する

プロジェクトの目標

- 時間割の最適化
 - 基本制約（時間割作成の最低限の条件）
 - 拡張制約（教員の希望などの希望条件）
- 優良な時間割を複数提案する、教員が使いやすい
Webアプリの開発

アジェンダ

- ▶ 背景・目的・目標
- ▶ 時間割をアニーリングマシンで最適化するための定式化
- ▶ それぞれのマシンでの結果
- ▶ Webアプリケーション
- ▶ ヒアリング結果

時間割をアニーリングマシンで最適化するために

以下の制約を導入する必要がある。

制約1：クラス・教員・場所が同じである科目が同じコマに割り当てられることを避ける

制約2：一つの科目に一つのコマのみを割り当てる

制約3：科目 i を割り当てたくないコマ c を指定する

制約4：科目 i, j を二時間連続にする

制約5：同じ教科の科目の割り当てを1日に1コマまでにする

制約6：同じ教科の科目の割り当てを同じ時間帯に1コマまでにする

制約7：教員が3連続授業を行うことを避ける

基本制約（時間割作成の最低限の条件）

制約1：クラス・教員・場所が同じである科目が同じコマに割り当てられることを避ける

制約2：一つの科目に一つのコマのみを割り当てる

制約3：科目 i を割り当てたくないコマ c を指定する

制約4：科目 i, j を二時間連続にする

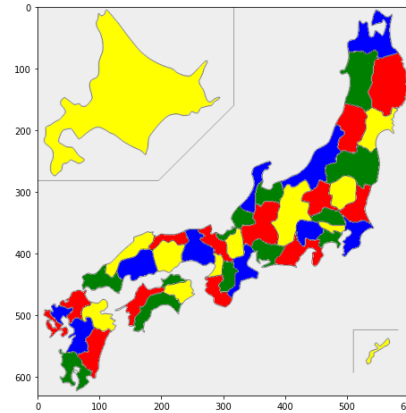
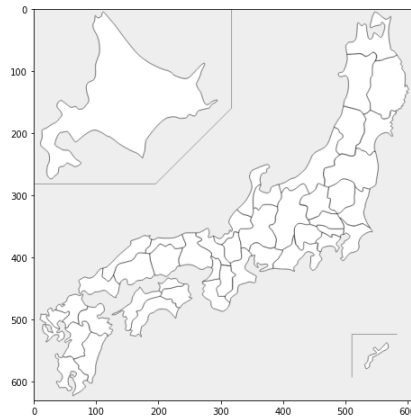
制約5：同じ教科の科目の割り当てを1日に1コマまでにする

制約6：同じ教科の科目の割り当てを同じ時間帯に1コマまでにする

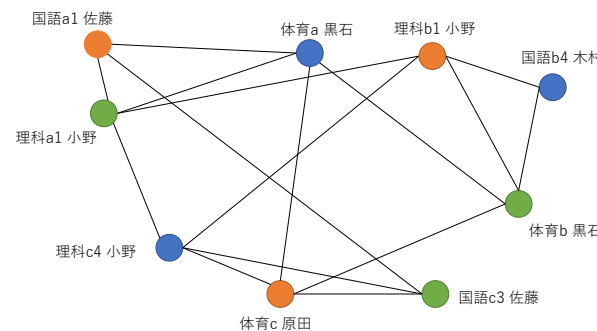
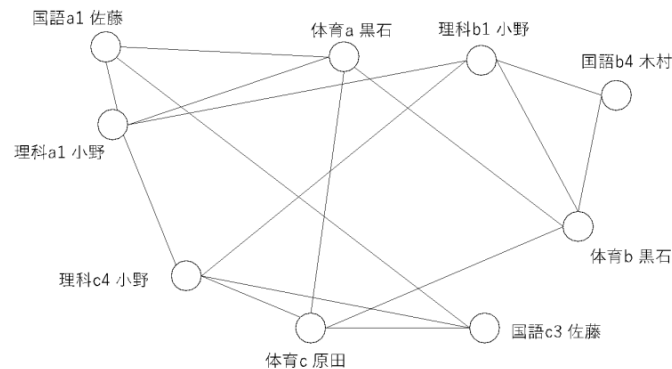
制約7：教員が3連続授業を行うことを避ける

基本制約（時間割作成の最低限の条件）

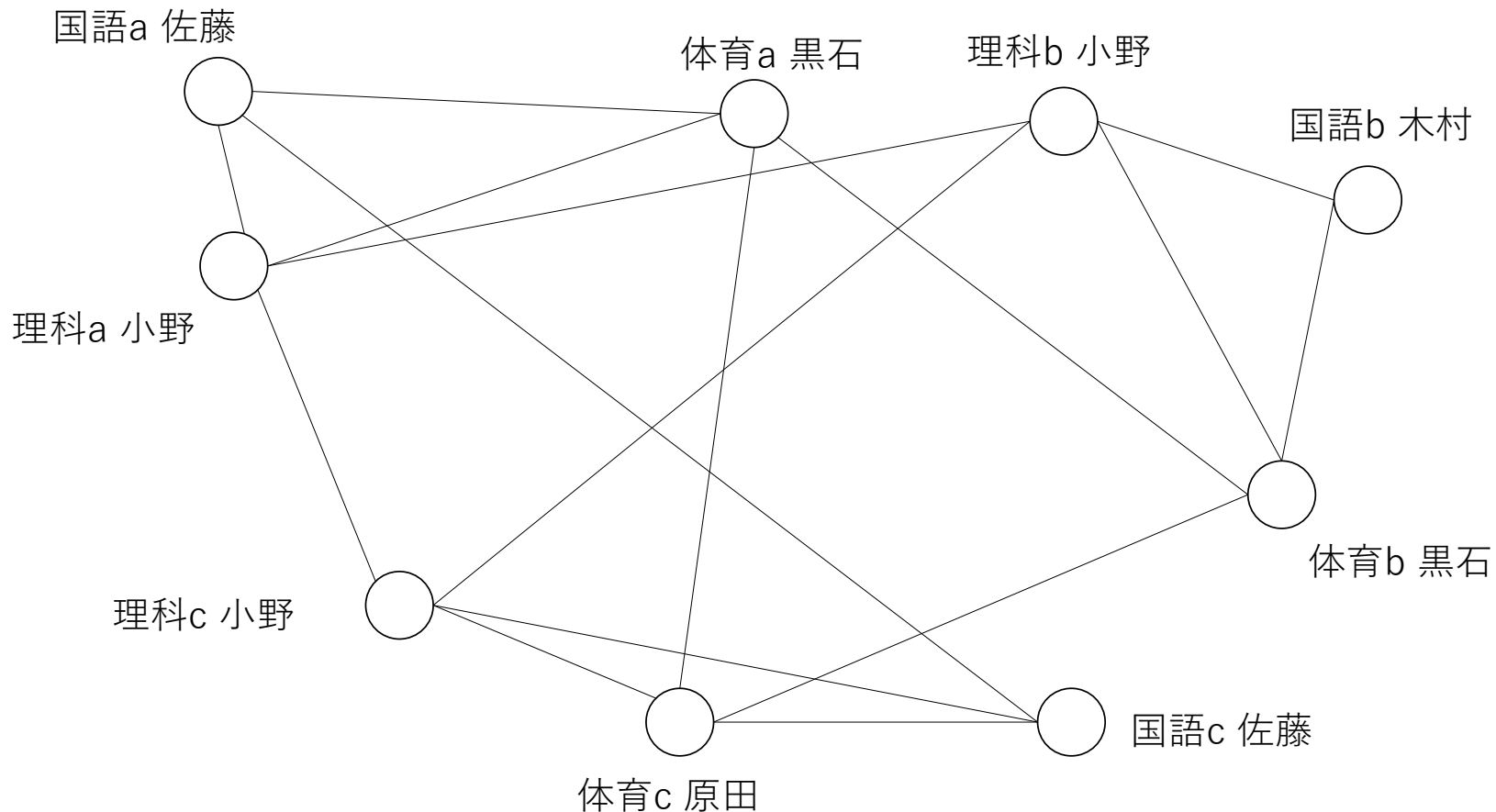
グラフの彩色問題：隣り合う領域が違う色になるように塗り分ける問題



時間割作成:辺でつながれた(同じ先生・場所・クラスの頂点をつなぐ)頂点(科目)が違う色(コマ)になるように選択する問題



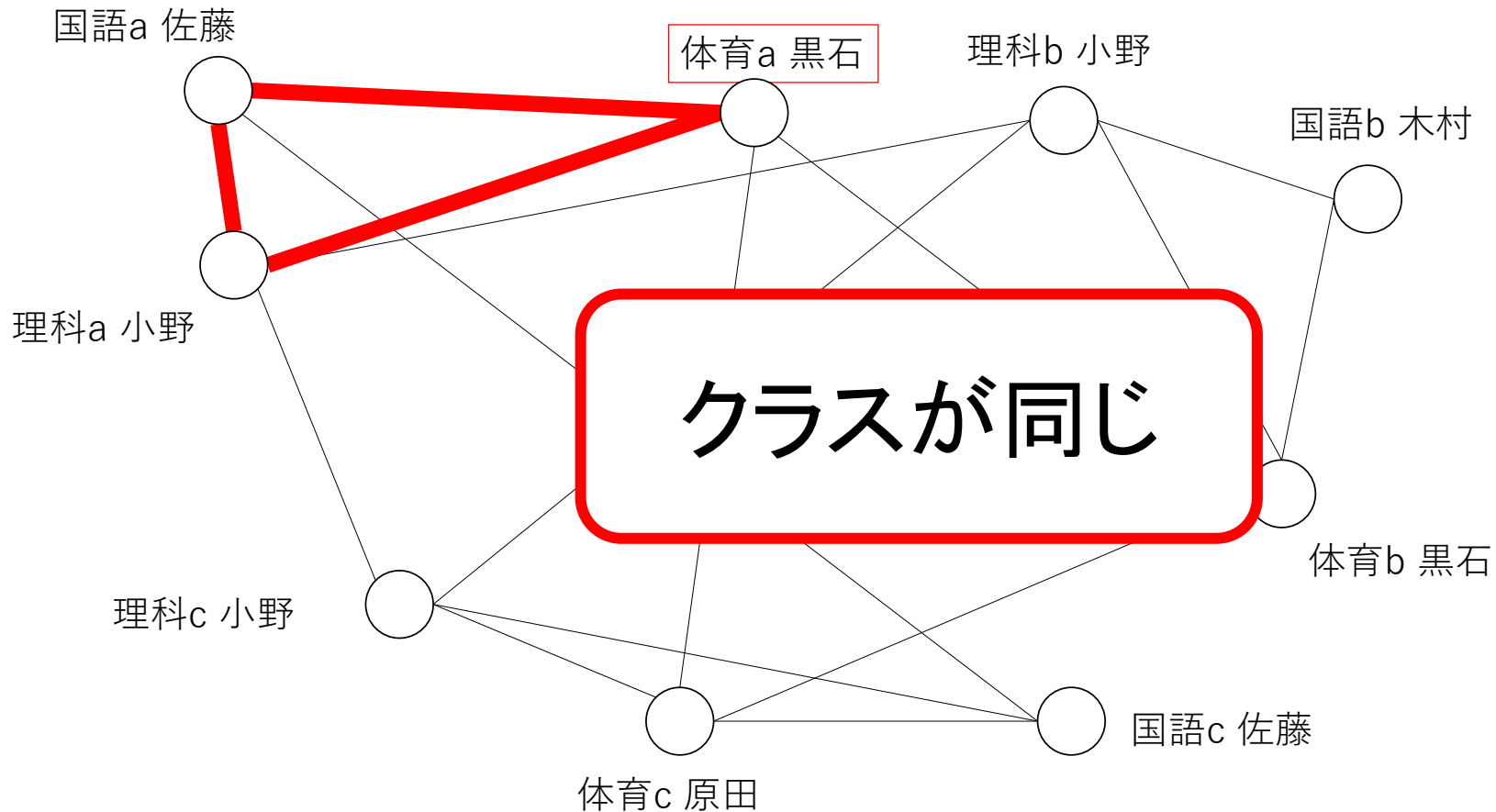
時間割を表すグラフ(一部の代表点のみ)



頂点：科目 色：コマ

辺：重なってはいけない頂点同士を結ぶ

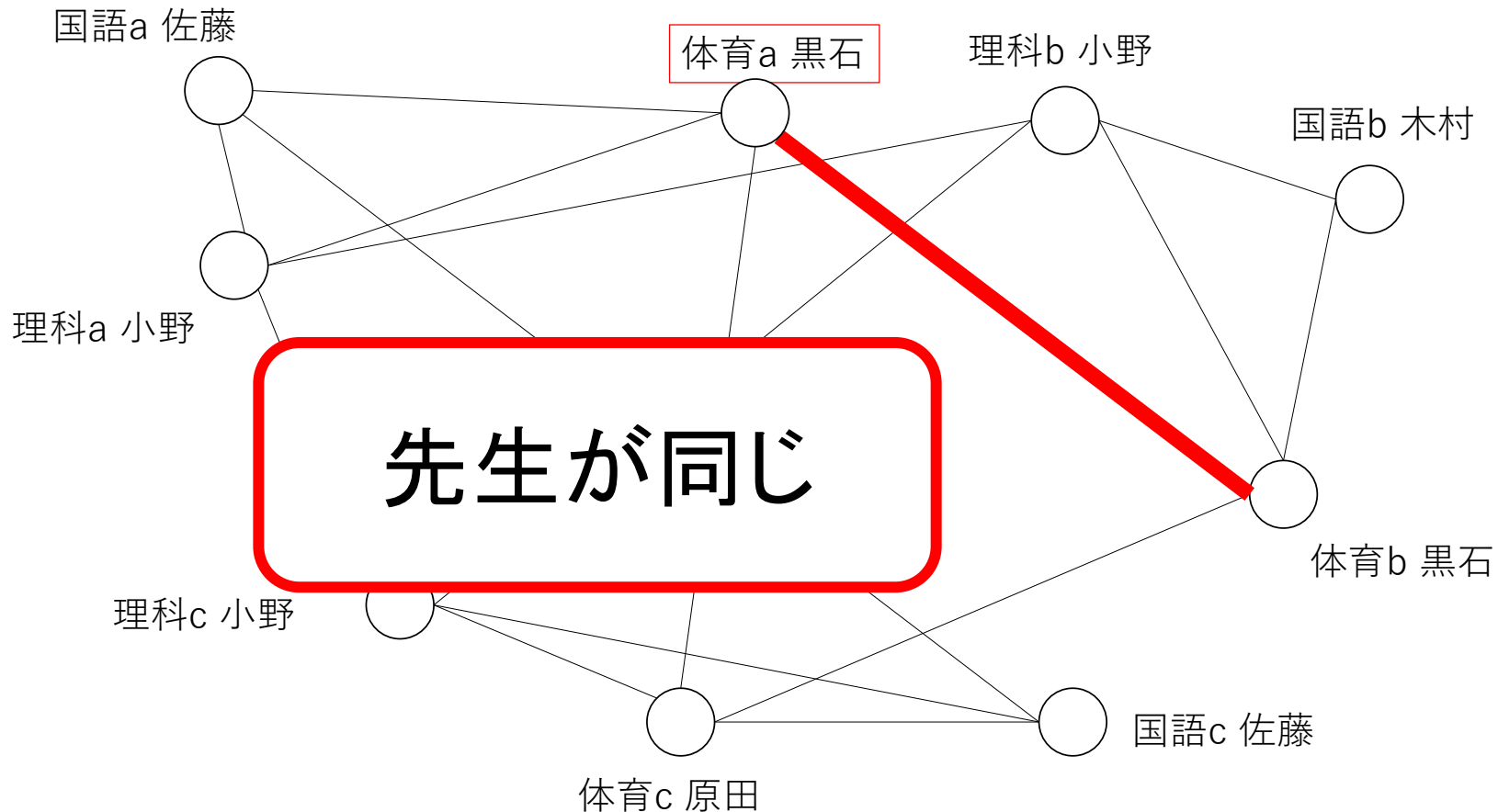
時間割を表すグラフ(一部の代表点のみ)



頂点：科目 色：コマ

辺：重なってはいけない頂点同士を結ぶ

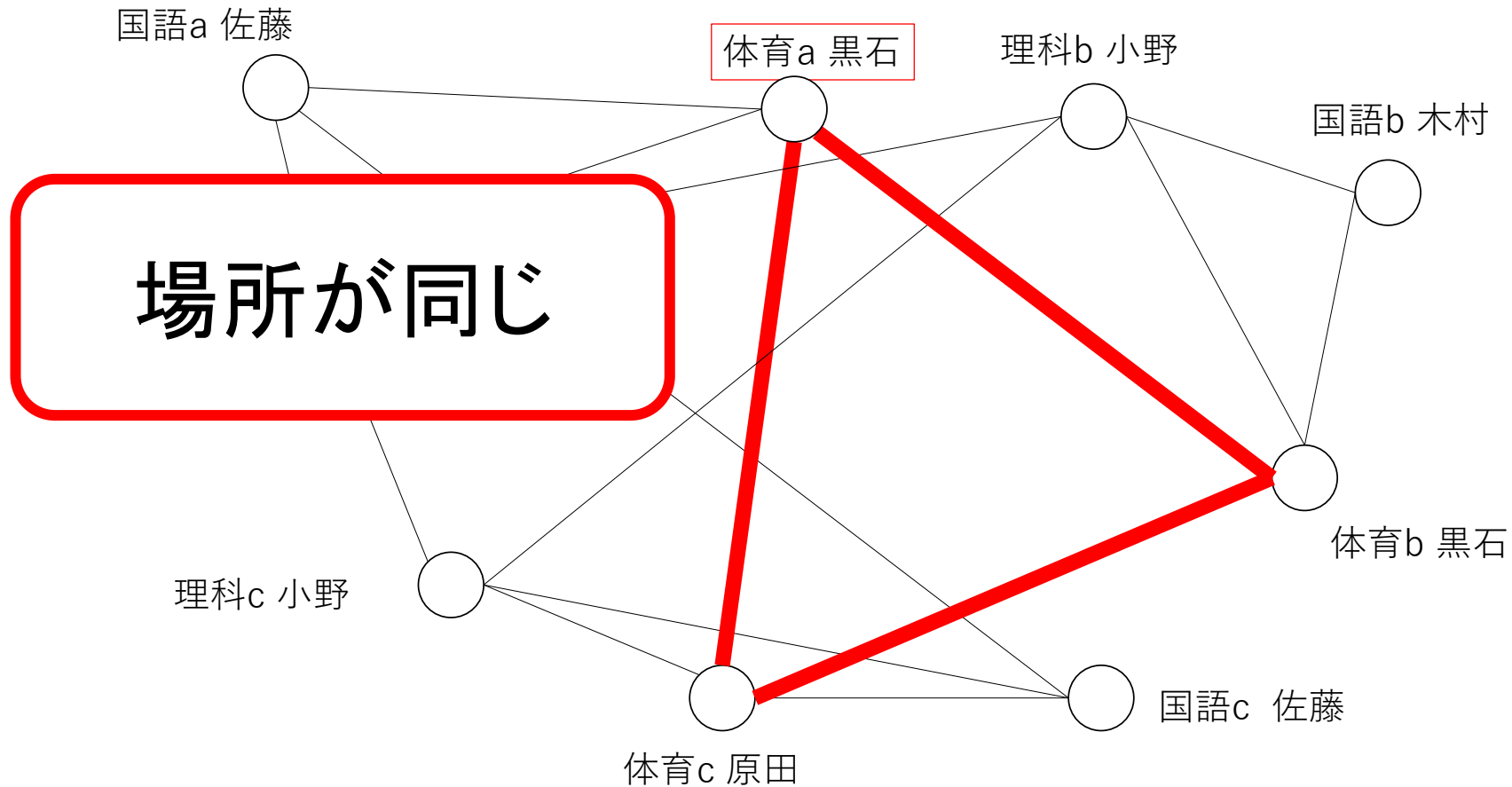
時間割を表すグラフ(一部の代表点のみ)



頂点：科目 色：コマ

辺：重なってはいけない頂点同士を結ぶ

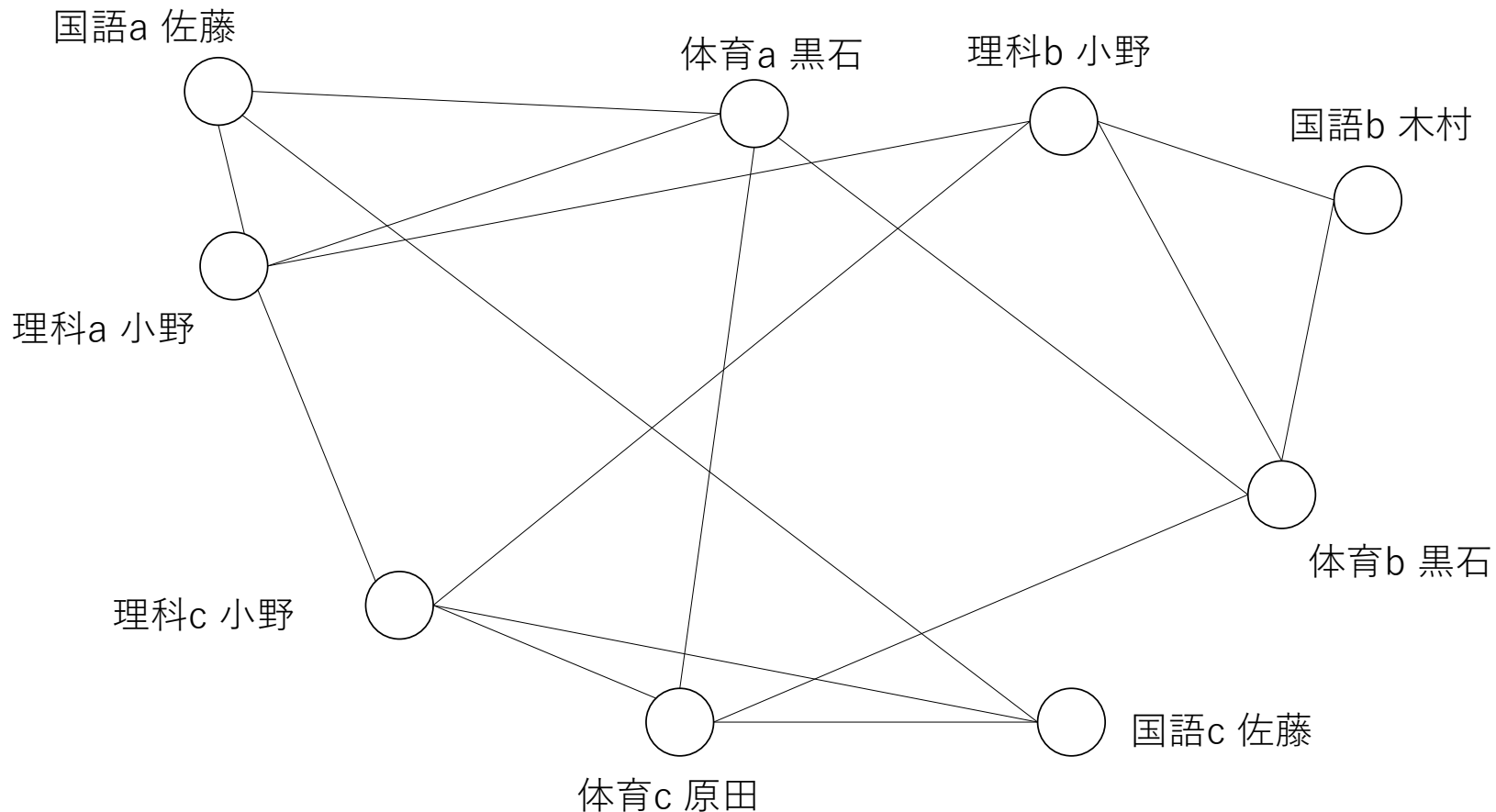
時間割を表すグラフ(一部の代表点のみ)



頂点：科目 色：コマ

辺：重なってはいけない頂点同士を結ぶ

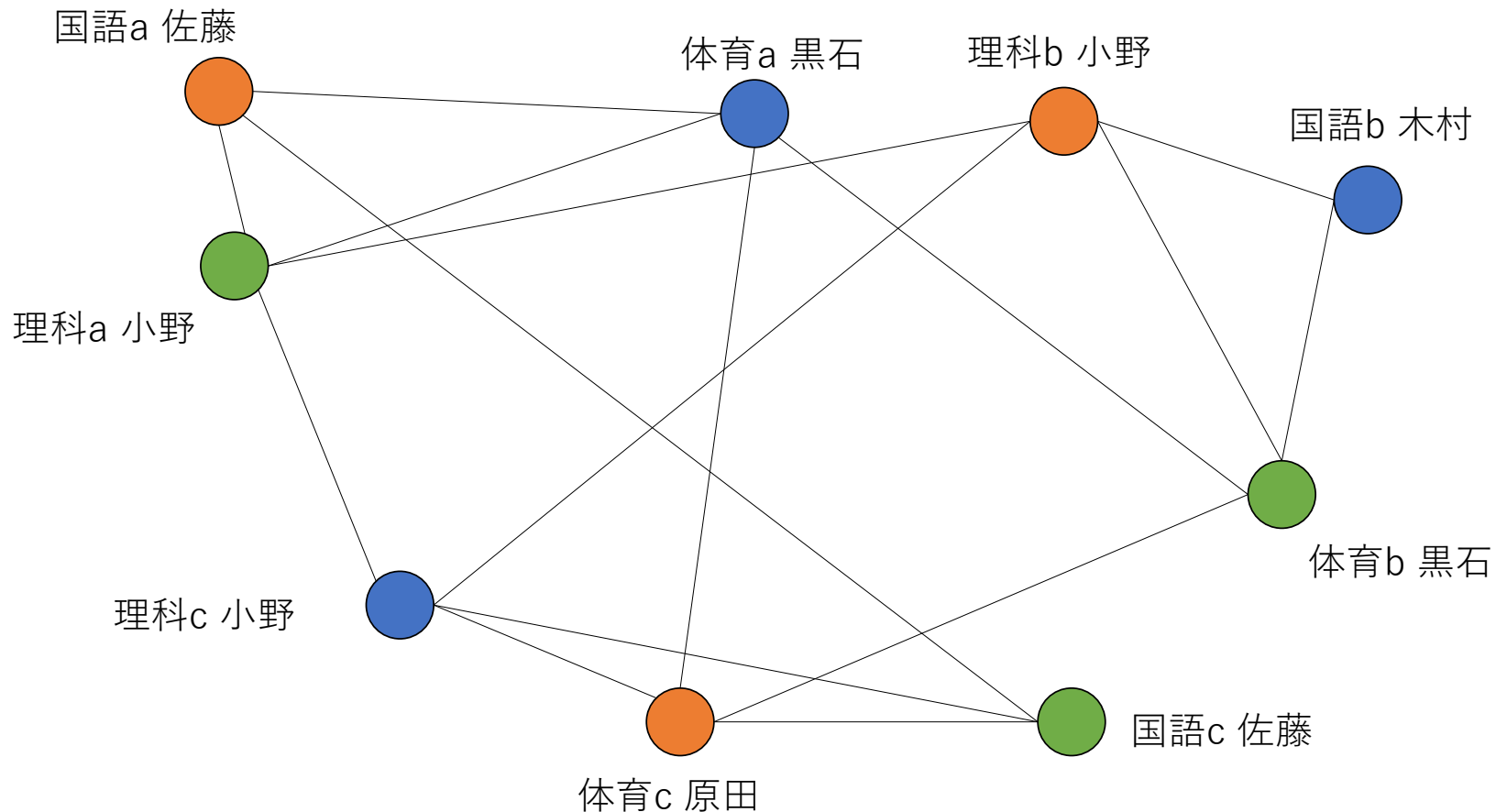
時間割を表すグラフ(一部の代表点のみ)



頂点：科目 色：コマ

辺：重なってはいけない頂点同士を結ぶ

時間割を表すグラフ(一部の代表点のみ)



頂点：科目 色：コマ

辺：重なってはいけない頂点同士を結ぶ

基本制約を表すハミルトニアン

(i, j) 科目のペア

c : コマ

n : コマの総数

m : 科目の総数

$x_{i,c}$: 科目 i がコマ c を割り当てられている場合 1, いない場合 0

E はクラス・教員・場所が同じ科目のペアの集合

$$H = w_1 \sum_{(i,j) \in E} \sum_{c=1}^n x_{i,c} x_{j,c} + w_2 \sum_{i=1}^m \left(\sum_{c=1}^n x_{i,c} - 1 \right)^2$$

クラス・教員・場所が同じである科目が同じコマに割り当てられることを避ける制約項

一つの科目に一つのコマのみを割り当てる制約項

拡張制約（必ず満たす必要はないが、満たしてくれると嬉しい）

制約1：クラス・教員・場所が同じである科目が同じコマに割り当てられることを避ける

制約2：一つの科目に一つのコマのみを割り当てる

制約3：科目 i を割り当てたくないコマ c を指定する

制約4：科目 i, j を二時間連続にする

制約5：同じ教科の科目の割り当てを1日に1コマまでにする

制約6：同じ教科の科目の割り当てを同じ時間帯に1コマまでにする

制約7：教員が3連続授業を行うことを避ける

アジェンダ

- ▶ 背景・目的・目標
- ▶ 時間割をアニーリングマシンで最適化するための定式化
- ▶ **それぞれのマシンでの結果**
- ▶ Webアプリケーション
- ▶ ヒアリング結果

時間割データ

- ✓ 公立高校のデータを使用する(最大5625ビット/1学年)
- ✓ コマ：25コマ/週
 - ✓ 月曜1限,金曜5限など
 - ✓ それぞれのコマに番号をつける (右図)
- ✓ 科目：9クラス/1学年, 3学年分
 - ✓ 国語a,数学cなど
 - ✓ ID:0,1,2,...とつける
 - ✓ クラス：a, b, c,...と名前をつける
 - ✓ 場所：各クラスの教室、音楽室、体育館
 - ✓ 先生：各クラスの担当の先生

	月	火	水	木	金
1限	0	5	10	15	20
2限	1	6	11	16	21
3限	2	7	12	17	22
4限	3	8	13	18	23
5限	4	9	14	19	24

コマ番号の割り振り

複数選択可能

15	英語	B,C	田中	1B,1C
16	英語	B,C	斎藤	1B,1C
17	英語	B,C	マイク	1B,1C

科目一覧の一部

前提条件

- ・ シミュレーテッドアニーリング(SA),フィックスターズGPUマシン,D-Wave2000Qの3つのマシンで実行した
- ・ 学年ごと(約5,625ビット)に分けて実行し(第一学年,第二学年,第三学年の三学年分)、既に決定している学年の情報をこれから最適化する学年のハミルトニアンに反映した
- ・ 総合は全学年合同授業なので木曜5限に固定する(D-Wave2000Q,SAのみ)
- ・ 拡張制約は以下の通りに入れた

- ・ 制約3:1名1限に出勤しない,2名曜日固定にする
- ・ 制約4:1学年の家庭科の科目(4ペア)を連続にする
- ・ 制約5:同じ教科の全ての科目(数学・理科など)は一日一コマにする。
- ・ 制約6:同じ教科の全ての科目(数学・理科など)は1限・お昼休み後のコマに週に一回のみ割り当てる。
- ・ 制約7:全ての先生が3時間連続にならないようにする

特に破れて欲しくない

結果の出力

➤ 成功例(SAでの出力結果)

	A	B	C	D
1	A	月	火	水
2		1 国語,佐藤,1A	数学,鈴木,1A	英語,田中,1A
3		2 英語,斎藤,1A	国語,佐藤,1A	国語,佐藤,1A
4		3 数学,鈴木,1A	英語,マイク,1A	数学,鈴木,1A
5				
6	B	月	火	水
7		1 英語,田中,1B,1C	英語,マイク,1B,1C	数学,本田,1B
8		2 国語,佐藤,1B	数学,本田,1B	英語,斎藤,1B,1C
9		3 数学,本田,1B	国語,阿部,1B	国語,阿部,1B
10				
11	C	月	火	水
12		1 英語,田中,1B,1C	英語,マイク,1B,1C	国語,阿部,1C
13		2 国語,阿部,1C	数学,佐々木,1C	英語,斎藤,1B,1C
14		3 国語,阿部,1C	数学,佐々木,1C	数学,佐々木,1C
15				
16				

Sheet クラス別の時間割 先生別の時間割 +

全ての科目がコマに割り当てられている

結果

マシン/結果	基本制約	第3・4項	第5・6・7項	特徴
SA	◎	◎	88%充足	拡張制約は破るが基本制約を破ることは少ない
D-wave	◎	◎	91%充足	拡張制約は破るが基本制約を破ることは少ない
フィックスターズ GPUマシン	◎	◎	◎	今回のデータでは成功したが、 制約を増やすと基本制約を破る

マシンによって結果が違ふことは現在、
解析を進めているところ

アジェンダ

- ▶ 背景・目的・目標
- ▶ 使用する時間割データ
- ▶ 時間割をアニーリングマシンで最適化するための定式化
- ▶ それぞれのマシンでの結果
- ▶ Webアプリケーション
- ▶ ヒアリング結果

Microsoft Excel interface showing the ribbon (Home, Insert, Draw, Page Layout, Formulas, Data, Review, View) and various toolbars (Clipboard, Font, Paragraph, Styles, Editing, Calculation, AutoSum, Sort & Filter, Find & Select).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	ID	NAME	CLASS	TEACHER	PLACE						
2	0	国語	A	佐藤	1A						
3	1	国語	A	佐藤	1A						
4	2	国語	A	佐藤	1A						
5	3	数学	A	鈴木	1A						
6	4	数学	A	鈴木	1A						
7	5	数学	A	鈴木	1A						
8	6	英語	A	田中	1A						
9	7	英語	A	斎藤	1A						
10	8	英語	A	マイク	1A						
11	9	国語	B	佐藤	1B						
12	10	国語	B	阿部	1B						
13	11	国語	B	阿部	1B						
14	12	数学	B	本田	1B						
15	13	数学	B	本田	1B						

アジェンダ

- ▶ 背景・目的・目標
- ▶ 使用する時間割データ
- ▶ 時間割をアニーリングマシンで最適化するための定式化
- ▶ それぞれのマシンでの結果
- ▶ Webアプリケーション
- ▶ ヒアリング結果

ヒアリング結果

- ▶ データを提供していただいた公立高校に対して行った
 - ▶ 実際に考慮している制約をカバーできていて良い
 - ▶ 既存のアプリでは制約を満たさない時間割は返ってこないが、制約を満たさなくてもとりあえず返ってくるところが良い
 - ▶ 既存のアプリでは、すべての科目についてその制約を外さないといけない
 - ▶ 職員会議を時間割の中に組み込んでほしい
 - ▶ ただし現段階でも会議を考慮した時間割を作成することは難しい
 - ▶ できた時間割を自分たちで後処理できるようにしたい
 - ▶ 科目の移動先を提案する機能などがあると便利