



Grouping × 地方創生 × 東北大学

仙台から「元気」を発信！

量子アニーリング グループ分け最適化アプリで
地方創生を考えよう



Group16【Colorful】



“Grouping”とは？

Grouping

“Grouping”は、
量子アニーリングを活用した
グループ分けアプリケーション

東北大学「QA4U」
から生まれたアプリ



アプリケーションロゴデザイン

Grouping



読み方：ぐるーぴんきゅー
Quantumの「Q」をかけている

デザイン: Daigo Honda

地方創生を「仙台市」で検討、量子アニーリンググループ分け最適化アプリの「地方創生ユースケース」を提案する

Grouping × 地方創生 × 東北大学

“Grouping” は、
量子アニーリングを活用した
グループ分けアプリケーション

東北大学「QA4U」
から生まれたアプリ



×

- 震災から10年以上、復興支援はまだ必要
- 災害対策には、まず地域コミュニティの醸成から
- COVID-19で大変な飲食店を支援したい
- Go To キャンペーン再開？仙台に行きたい！
- 仙台市の「関係人口」を増やす
- 進む少子高齢化、人口増にもかかわらず減少する生産年齢人口。婚活、友活

“Grouping”のこれまで



メンバーは“Grouping”のグループ分けで集められた！
初めてリアルで会ったのは10月「量子コンピューティングEXPO」

6/12 「QA4U」演習編2回目

6/29 「QA4U」卒業試験

10/6 国際会議 Qubits 2021
(D-Wave Systems Inc.主催)

10/28 量子コンピューティングEXPO【秋】
ライブプレゼンテーション

量子アニーリングソリューションコンテスト



会場で配布したポストカード

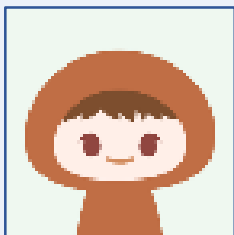


Group16【Colorful】メンバー紹介



社会人、大学院生、学部生、高校生「多様性」がColorfulの強み

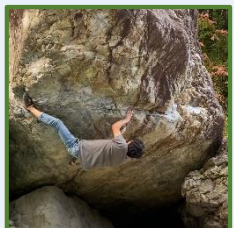
Aチーム: 数理、プログラミング



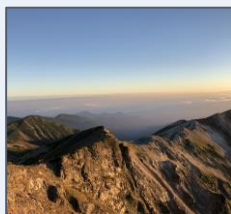
本田 大悟
株式会社リネア



畑上 絢太郎
東京工業大学
物質理工学院



大田 溪介
大阪大学
工学部

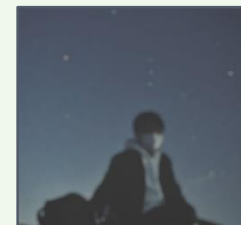


勝部 瞭太
東北大学大学院
理学研究科

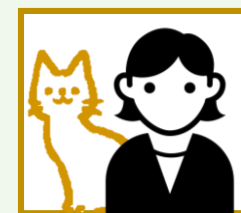
Bチーム: ビジネス企画、UI、デザイン



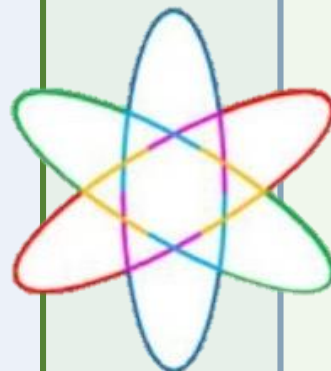
熊澤 康太郎
仙台市第二高等学校



武者 拓真
横浜サイエンスフロンティア高校



Apricot (Takako.W)
会社員



グループ名とロゴ



Group16を「色(いろ)」と読み替えて、いろんな人が集まる「Colorful」というグループ名に決定！



円と円が
組み合わせられている

量子力学をイメージ

色々な色が
組み合わせられている

一人ひとりの個性を表現

色々な形が
組み合わせられている

皆、協力して完成させたことを表現

ロゴ&マークデザイン: Takuma Musha テンプレート: Apricot

“Grouping”のコンセプト



グループ分けの機会は、世の中にあふれている

誰でも素早く簡単にグループ分けが可能
要件や要望に合わせて、量子コンピュータが最適なグループ分け
参加者用アンケートを作るだけ！

遠足の班づくり
球技大会のチーム

子供たち



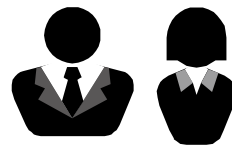
研修チーム分け
Zoom飲み会

会社員



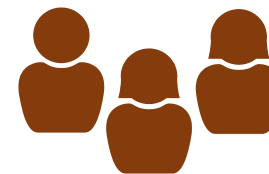
班分け
席替え

教育現場



PTA活動
町内会係決め

大人たち



単に
量子コンピュータを
使ってみたい

量子に興味がある人



“Grouping”の使い方



アンケート入力

Excelデータ投入

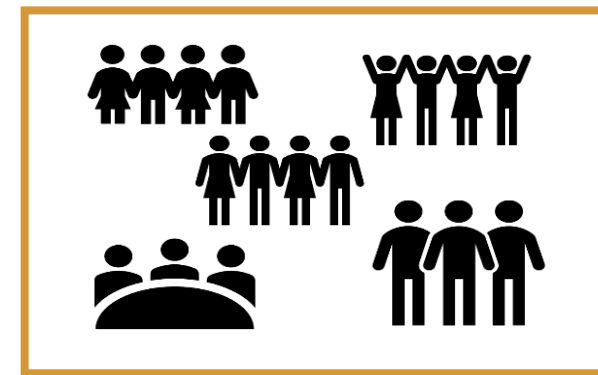
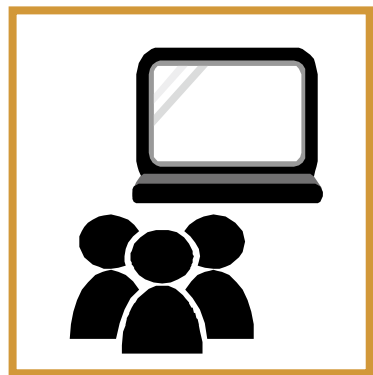
グループができた！

参加者がそれぞれ
アンケート入力

Excelデータに
まとめる

“Grouping”で
グループ最適化

量子アニーリングで
グループ分け



New!

グループ分けごとに
参加者用アンケートは異なるため
どのようなアンケートがいいか？
サンプル検討中

グループ数、各グループ定員指定可能

グループ分けの方針に沿って最適化可能

多様性／類似性やグループの求める
人物像など 方針に従って最適化

New!

個々の参加者から
多様性／類似性を
選べる機能を検討中

アプリケーション実装



WEBブラウザからアクセス



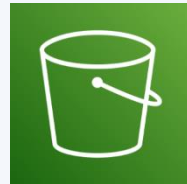
Python, FlaskでWebアプリ実装



AWS Elastic Beanstalk



API呼び出し



Amazon S3

アンケート結果、グルーピング結果の
JSONファイルを一時的に保存
(ブラウザアクセス時のみ)

D-Wave
The Quantum Computing Company™



Hybrid BQM Solver
Hybrid CQM Solver
から選択して使用

(OpenJij SQA Sampler
選択時はアプリ内で動作)

なぜグループ分けで量子アニーリング？



グループ分けに求められる「最適性」

- ・ 制約条件の充足、一定方針に基づいたグループ分け(コスト関数の低減)は求められる。
- ・ しかし、厳密な最適性は求められない。明確なKPIはなく、主観的判断も入る。
- ・ 毎回同じ結果より、多少のゆらぎがあった方が面白い！
→ ベストな解を一つより、ベターなサンプルが複数あった方がうれしい。

D-Wave、Google等からなる研究チームが、量子アニーリングの解の多様性について評価指標を提唱
arXiv:2110.10560, 2110.10196

量子アニーリングのいいところ

- ・ サンプラーとして使用できる
- ・ メンバー同士、メンバーとグループの相性(相互作用)を扱うのに向いている
→ 多様な〇〇を集めるといったテーマに向いているのではないか？
QA4Uのテーマ「最適化された個性と多様性」



Grouping × 地方創生 × 東北大学

地方創生を「仙台市」で検討
ユースケース提案



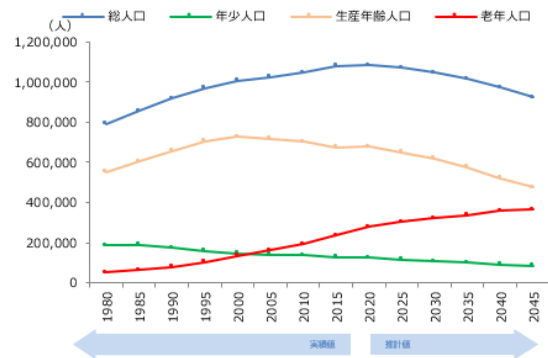
「仙台市」を調べる、学ぶ



RESAS、V-RESAS等を活用し、データから紐解く

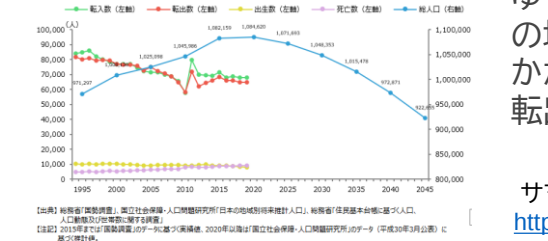
進む少子高齢化(仙台市データ)

- ①人口推移
- ・総人口と年齢3区分別人口の推移を示しています。
 - ・「総人口のピーク」「老年人口の増加傾向」等、自地域の人口変化の概要を把握できます。



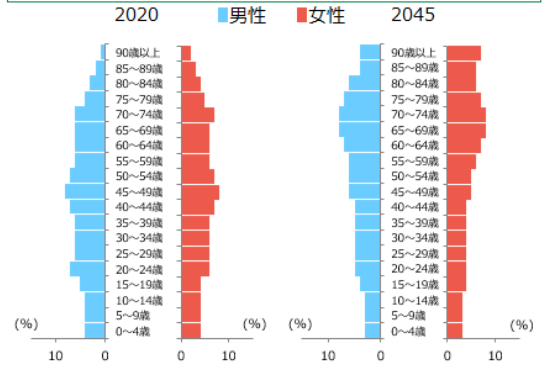
【出典】総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」
【注記】2020年以降は「国立社会保障・人口問題研究所」のデータ（平成30年3月公表）に基づく推計値

- ②出生数・死亡数 / 転入数・転出数
- ・総人口の増減要因である、出生数・死亡数、転入数・転出数の推移を示しています。
 - ・出生数と死亡数の推移から自然増減への対策、転出数・転入数の推移から社会増減への対策等、人口増減に対する政策検討の方向性を検討する基礎的な材料となります。



【出典】総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」、総務省「国勢調査」に基づく推計値
【注記】2020年以降は「国立社会保障・人口問題研究所」のデータ（平成30年3月公表）に基づく推計値

- ②人口ピラミッド
- ・男女別・5歳階級別にピラミッドで表示しています。
 - ・将来の高齢者層の大きさ、生産年齢人口の減少等も視覚的に把握することができます。

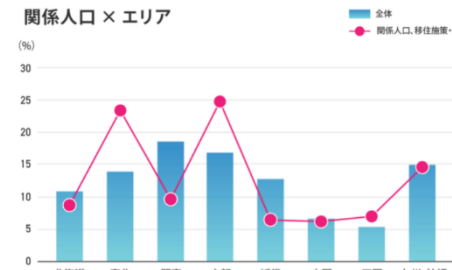


【出典】総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口」
【注記】2020年以降は「国立社会保障・人口問題研究所」のデータ（平成30年3月公表）に基づく推計値

ゆるやかに生産年齢人口の減少が続き、高齢者の増加の伸び方が高く、少子高齢化に歯止めがかからない
転出より転入が多いが、東北近隣の移動が主

サマリー機能 / RESAS 地域経済分析システム
<https://summary.resas.go.jp/summary.html>

東北地方に関心を寄せる人は多い(東北地方データ)



テレワーク移住など、今後、首都圏から地方移住が増える可能性もある
東日本大震災後、ずっと関心を持ち続けている人が多い可能性もある

関係人口×エリア | 分析コラム | 地方創生図鑑
<https://www.chihouseusei-zukan.go.jp/analysis/0002.php>

COVID-19で低迷する飲食店、宿泊施設(宮城県データ)

飲食店情報の閲覧数 >

2019年同週比

-44%



宿泊者数 >

2019年同週比

-15%



COVID-19の影響
Go to 施策時期の大幅な伸び
何らかのPUSHが必要

新型コロナウイルス感染症が地域経済に与える影響の可視化
<https://v-resas.go.jp/>

「仙台市」の素敵どころ



秋保大滝



仙台七夕



仙台城跡

史跡 仙台城跡



伊達政宗公



仙台こけし



<写真>

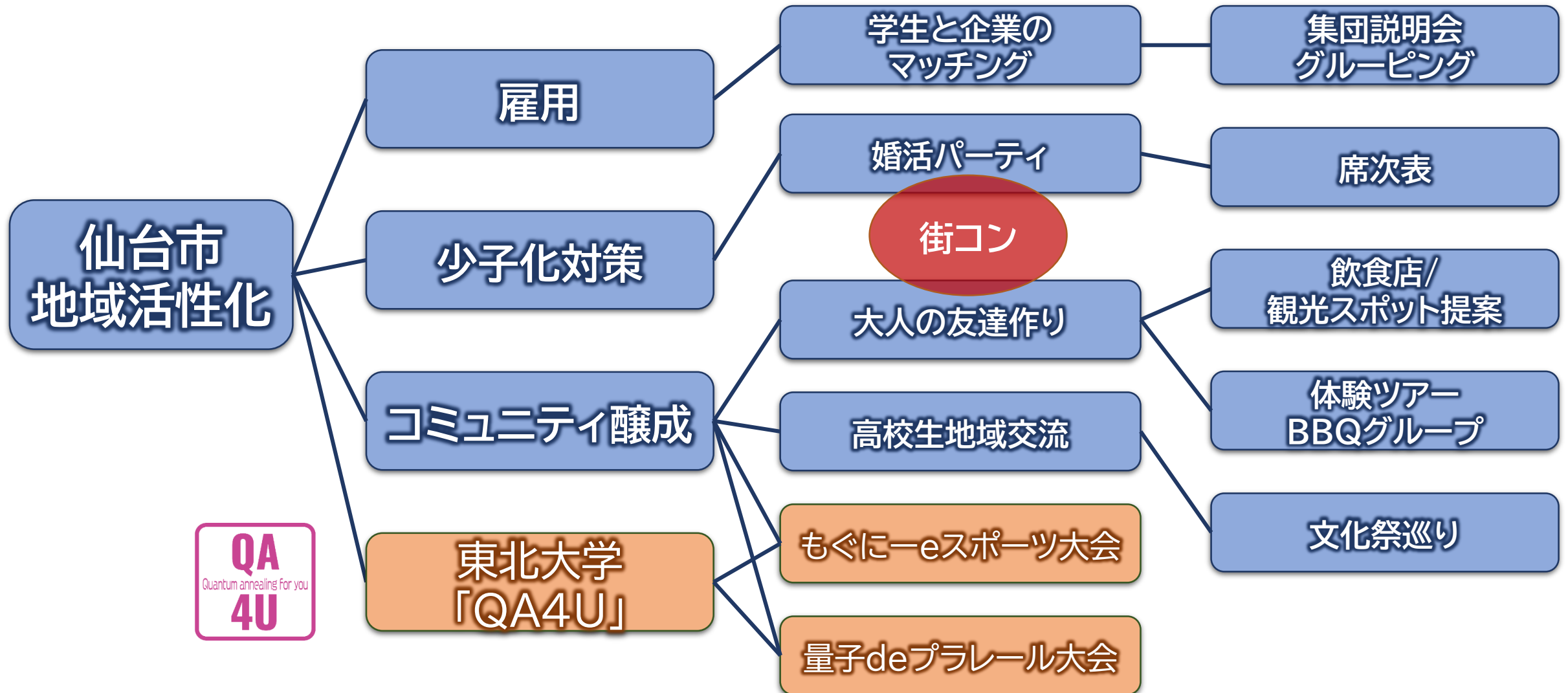
Musha Takuma

AC素材

宮城・仙台的写真素材サイト せんぴく

宮城県観光プロモーション推進室

「仙台市」活性化するためには？



もぐにーeスポーツ大会

量子もぐら叩きゲームのグループ戦！



Grouping

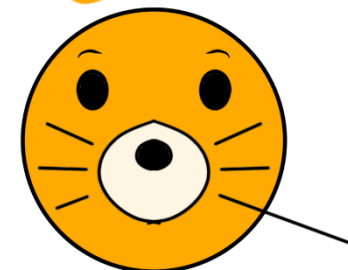


「QA4U」
グループ分けアプリ

「QA4U」のアプリは
最高に面白い！



mognea

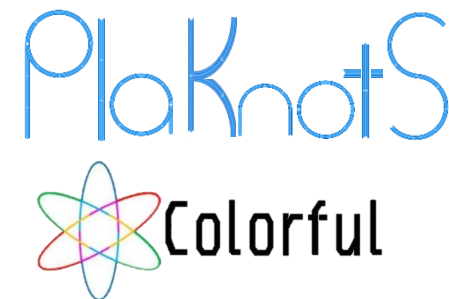


「QA4U」
もぐら叩きゲーム

参加者をグループ分け、優勝するのはどのグループだ！？

QuaRail 量子deプラレール大会

美しいプラレール作りをグループで！



Grouping



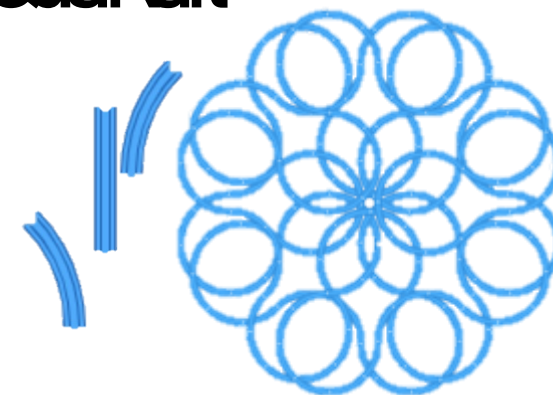
「QA4U」
グループ分けアプリ

エントリーできなかった
「QA4U」アプリ
こんなに面白い



開発は今後も
継続予定！

QuaRail



「QA4U」
プラレールレイアウト
設計アプリ

最も美しい量子プラレールを組み立てるのは、どのグループだ！？

地方創生「ユースケース」検討

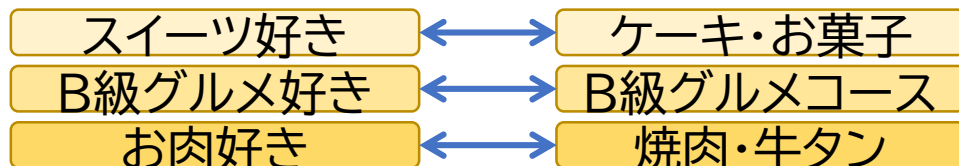


グループ分けの機会は「仙台市」にも、あふれている

量子婚活街コン

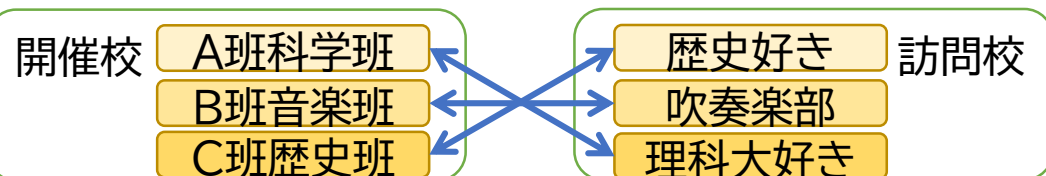
婚活パーティ席次表にも使えそう

- After COVID-19 リアルな出会い増
- AI婚活はウェルカムの風潮×リアルの組合せ
(AIマッチング「みやマリ！」予約2か月待ち※出典次ページ掲載)
- “Grouping”で参加者グループ分け(類似性選択)
- お薦めスポット側の飲食店側もグループ分け



高校生向け地域交流 文化祭巡り

- きっと来年はリアルな文化祭
- 学校が違っても意外と知り合う機会がない
- 文化祭開催校と他校の生徒と一緒に回る班づくり



量子がお薦め！地元企業説明会

- 学生側が「スキル、志向性」をアンケート入力
- 企業側も「求めている理系人材」を登録
- 学生側が、複数企業がお薦めされて、効率よく回れる
- 答えはひとつでないことがポイント



複数同士のマッチング

大人の友だちづくり＝地域コミュニティ

- 意外と難しい「大人の友だち」づくり
- 職場以外の友だちを身近で作ろう、仙台市で
- 「街巡り」「謎解き」など

仙台が好き！体験型ツアー

- 仙台市メンバー情報「ワイナリー」「ウイスキー蒸溜所」「温泉」
- 例えばバーベキューの席次や体験のグループ分け
- 仙台ミステリーツアー→グループ分けして、行先は…

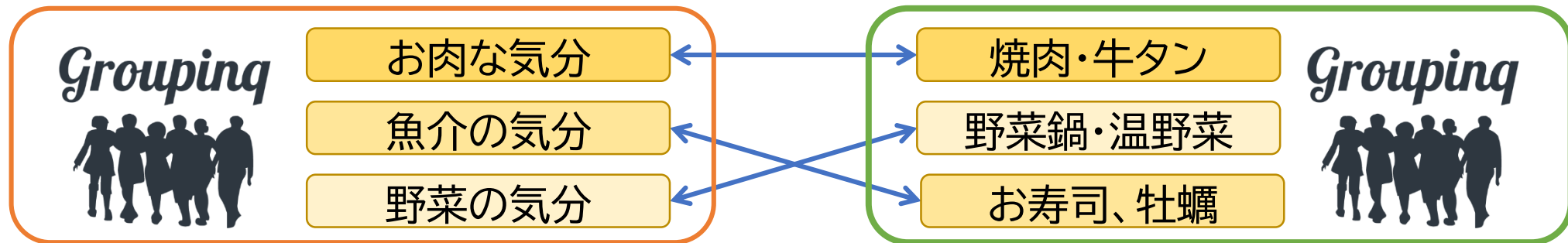
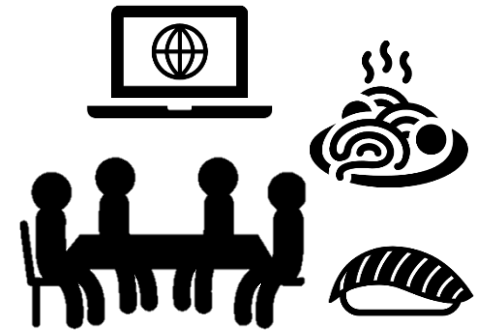
この「ユースケース」にフォーカス！



量子婚活街コン

- After COVID-19 リアルな出会い増
- AI婚活はウェルカムの風潮×リアル of 組合せ
宮城県婚活支援事業 AIマッチング「みやマリ！」予約2か月待ち※
- “Grouping”で参加者グループ分け(類似性、多様性を参加者が選択)
- お薦めスポット、飲食店側もグループ分けが可能

もしかして
量子婚？

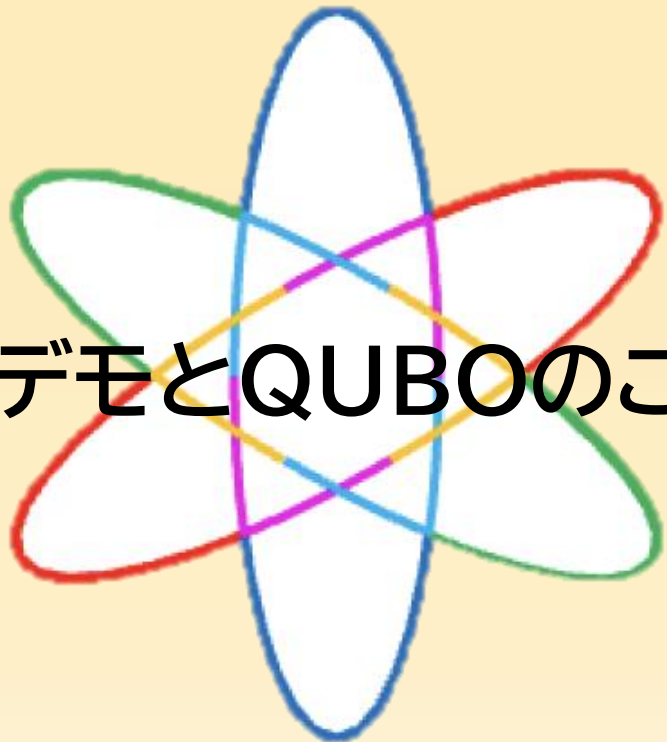


※人気殺到で予約は2カ月待ち 婚活支援「みやマリ！」〈仙台市〉(21/11/22 20:09)

<https://www.youtube.com/watch?v=n64JiLg6rrc>

“Grouping”を使える形に 量子アニーリングをもっと身近に、もっと気軽に。使いやすく。

- 「QA4U」参加者約250名→40のグループ分けに成功、安定の実績
- 不特定多数が継続安定利用できる実用化は、ハードルが高く難しいが
ログイン利用数をごく少数に制限をかければ、現行のリソースでも実用は可能
- 経費問題をクリアする必要があるので、実証実験という形で、スモールスタート
を考えたい
- 今回のユースケースの利用条件に耐えられるかどうかは検証していく
色々な利用パターンを検証し、アプリの精度をあげていく
- そして、多くの人に愛されるアプリに育てていきたい

A large version of the colorful logo, featuring five overlapping ellipses in blue, green, red, yellow, and magenta.

この後は、デモとQUBOのご説明です

デモは、YouTubeにてご覧いただけます。
<https://www.youtube.com/watch?v=NaLT-OtRBSs>

A decorative bar chart at the bottom of the slide. It features several vertical bars of varying heights, composed of small squares in blue, pink, green, and yellow. The bars are arranged in a symmetrical pattern.

コスト関数(QUBO)の定式化



$$E(x) = \sum_k \sum_{i \neq j} Z_{ij} x_{ik} x_{jk} + \sum_k \sum_i M_{ik} x_{ik} + \lambda_1 \sum_i \left(\sum_k x_{ik} - 1 \right)^2 + \lambda_2 \sum_k \left(\sum_i x_{ik} - G_k \right)^2$$

アンケート回答を反映する項

- 参加者同士の相性
- 参加者とグループの相性

制約条件を反映する罰金項

- 各参加者はいずれか1つのグループに所属
- 各グループの定員

Z_{ij} : 参加者 i と j の回答の相性を定量化したカーネル行列
-相性が悪い時は数値を大きくしてコストを上げる
-片思いの非対称性は、双方からみた相性の平均値で対称化
-前回同じグループに属するときもコストを上げる(メンバーチェンジ機能)

M_{ik} : 参加者 i の回答とグループ k の相性を定量化したカーネル行列
-相性が良い時は数値を小さくしてコストを下げる

k : グループの添え字

i, j : 参加者の添え字

λ_1, λ_2 : 罰金項係数

G_k : グループ k の定員

x_{ik} : 参加者 i がグループ k に属するとき1
その他のときに0となるバイナリ変数

コスト関数を最小化し、制約条件を満たす解 $\{x_{ik}\}$ が最適なグループを示す！

“Grouping”関連動画のお知らせ



- 量子アニーリングソリューションコンテスト・エントリー動画
[量子アニーリングソリューションコンテスト \(tohoku.ac.jp\)](https://tohoku.ac.jp/)
- 第2回量子コンピューティングEXPO【秋】出展 14:00~QA4Uコーナー【Grouping】
[量子コンピューティングEXPO・東北大学設置ブース生配信\(10/28・2日目10:00-\) - YouTube](#)
- 国際会議 Qubits 2021(D-Wave社主催)出展 ALL英語プレゼンテーション動画
“Sigma-i and Tohoku University: Updates”のセッションにて発表されました
[Grouping \(QA4U from Tohoku Univ.\) – YouTube](#)
- 東北大学電気通信 産官学フォーラム2021でも紹介されました
[「量子アニーリングを操る新時代の人材育成」東北大学 大学院情報科学研究科 教授 大関 真之 – YouTube](#)

Grouping

グループング条件入力

グループング方針と各グループに求められる条件を入力してください。 ?

グループング方針 グループ毎に条件設定

GroupID	人数	回答1	回答2	回答3	
Group1	2	国語	社会	体育	+
Group2	2	数学	理科	家庭科	+
Group3	3	英語	理科	体育	+

[グループング実行](#)

Grouping

グループング結果

[結果ダウンロード](#) [条件を変えて再グループング](#) [グループング終了](#)

GroupID	メンバー
Group1	Aさん Eさん
Group2	Bさん Fさん
Group3	Cさん Dさん Gさん

今までの動画のリンク一覧は
右のQRコードからも入れます



QRコードが読み取れない場合はこちらから
<https://grouping.github.io/>



Grouping



応援よろしくお願いいたします！

