

令和4年度補正Trusted Web 開発等推進事業に係る調査研究
Trusted Web ユースケース実証事業
最終報告書 概要版

「国際間の教育拡充と労働市場の流動性を高める信頼ネットワーク構築」

Institution for a Global Society株式会社

2024年3月15日

目次

1. 背景・目的
2. 事業の概要
 - 2.1. 登場する主体と概要
 - 2.2. 現状の課題を解決する事業スキーム案
 - 2.3. 社会・経済に与える影響・価値
 - 2.4. ペイン・ゲインの整理
3. 本実証事業における検証計画
 - 3.1. 実証事業で明らかにする論点への導出・経緯
 - 3.2. 本事業におけるスコープ
 - 3.3. 実施事項・成果物一覧
 - 3.4. 実施スケジュール
 - 3.5. 実施体制
4. 実証（企画・プロトタイプ開発）
 - 4.1. 実施概要
 - 4.2. Verifyできる領域を拡大する仕組み
 - 4.3. 合意形成・トレースの仕組み
 - 4.4. 企画・開発物
5. 実証（事業実現に向けたガバナンス・コミュニティ等の検討）
 - 5.1. 実施概要
 - 5.2. 実証検証結果
6. 調査検証
 - 6.1. 実施概要
 - 6.2. 調査検証結果
7. 実証終了後の社会実装に向けた実現案
 - 7.1. 残課題への対応方針
 - 7.2. 将来的なユースケース実現モデル
 - 7.3. 実現に向けたアクション・ロードマップ
8. Trusted Webに関する考察
 - 8.1. 求める機能やTrusted Webホワイトペーパー ver.1.0の原則に関する課題と提言
 - 8.2. Trusted Web のガバナンスに関する課題と提言
 - 8.3. Trusted Web のアーキテクチャに関する課題と提言

1. 背景・目的

1. 背景・目的

実証の背景

昨今、ジェネレーティブAIなど、既存の枠組みを塗り替えるテクノロジーの発展に伴い、技術を企業の事業化に活用することのできるデジタル人材の需要が世界的に高まっている。特に日本においては、人口減少やIT教育の遅れなどから、人材の供給が追いついていないことが課題となっている。特に優秀な海外人材の確保は多様性の観点やグローバル市場における日本の競争力を高めるという観点からもますます重要となっていくと考えられる。

上記課題の解決策として、生産人口の割合が多い国の人材に対して教育を提供し、その人材を国内で採用することが挙げられる。弊社は、「誰もが公平な評価を受け、平等な教育機会を得ることができる。自らの評価・教育の履歴を社会で活かし、活躍の機会を生み出すことができる。」というパーパスのもと、海外人材の教育環境整備やその人材を国内事業者とのマッチングすること等の取り組みを進めている。

その取り組みを進めていく中で、国内採用事業者としては、海外人材の能力データが標準化されておらず、海外人材のスキルを適切に判断できない、という課題や、海外人材を獲得する際には国外データ移転を伴うため、適切なプライバシー遵守の対応への負担が大きい、という課題が出てきた。

その課題を解決するためには、スキルデータの標準化を行い企業が採用したいと思う求職者のスキルを可視化すること、そのスキルデータを暗号化することでプライバシー保護を行い、企業が過大なデータ保護対応することなく採用活動を行う環境整備が重要であると考えている。

1. 背景・目的

実証の目的

実証を通じて、以下の項目を実現することを目的とする。

能力評価視点

- 学習者の能力データをESCO（European Skills, Competences, Qualifications and Occupations）基準¹と呼ばれる、ヨーロッパを中心に中東でも利用が始まっている職業ごと、ポジションごとに必要なスキルを明確に定義した能力基準をもとに標準化する。
- その標準化された能力データをもとに、実証参画企業に採用の効率性が高まるのかを検証し、標準化の妥当性を判断する。

個人情報ポータビリティ視点

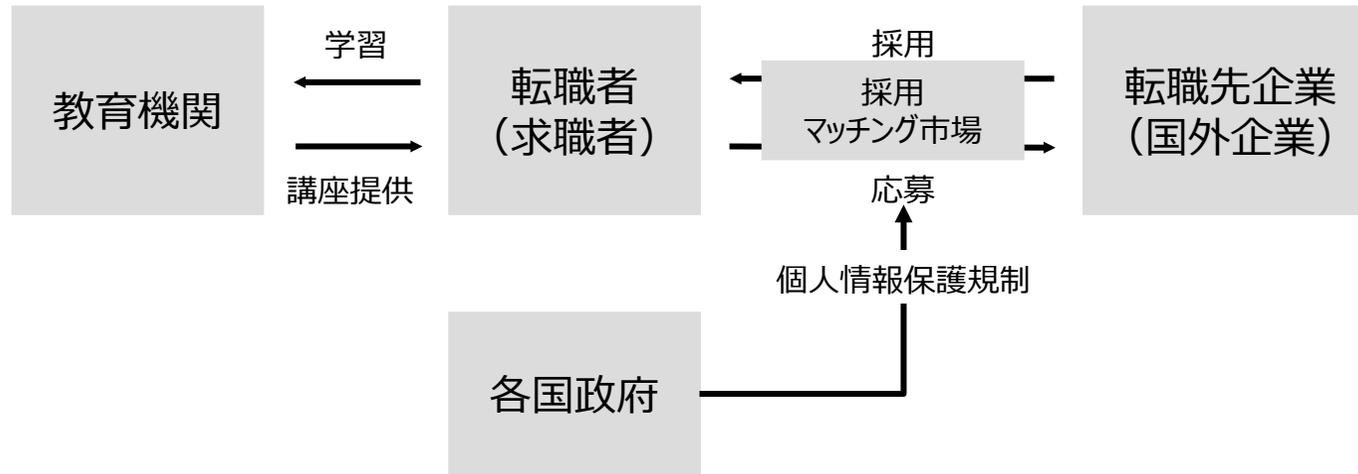
- 国際間の個人情報保護規制にふれないよう準同型暗号と秘密計算技術を活用し安全性を担保し、適切な人材と企業のマッチングを行う。
- 個人の学習データの保存先として、ブロックチェーン（以下BC）とリレーショナルデータベース（以下RDB）を併用することで、学習者個人のデータ管理を実現しつつも必要に応じて個人がデータを削除できる権利が持てるようにシステムを構築する。

なお、本上記実証では海外でのデジタル教育の実施を通じた評価が必要なことから、講座提供を應義塾大学経済学部附属経済研究所FinTEKセンター、教育機会の提供を海外の教育機関の場提供としてベトナムのForeign Trade Universityと協力して実施した。

¹ 欧州の労働市場における、職種、スキル、行動特性を定義・分類したもの。 <https://esco.ec.europa.eu/en>

2. 事業の概要

2.1. 登場する主体と概要



主体	ユースケースにおける役割
教育機関	<p>【役割】 転職者に講座を提供する。その講座によって、転職者は労働市場に求められる能力を獲得できる。その個人の能力をESCO基準に準拠した学習データ（ベクトル値）に変換し、転職者に提供することで、データ流通が可能となる。</p> <p>【課題】 提供する講座で測れる能力が標準化されておらず、個人情報のポータビリティがないため、講座が労働市場で求められる能力の向上に寄与しているかの関係性が可視化できていない。その結果、労働市場の需給に応じた必要とされる教育を提供できていない。</p>
転職者	<p>【役割】 講座を受講し、学習データ（ベクトル値）を蓄積していく。講座修了後に国際間の採用マッチング市場にエントリーし、学習データ（ベクトル値）を提供する。</p> <p>【課題】 個人情報および学習データは人材紹介会社や転職先候補企業管理のデータベースで保存・利活用される。結果として、自身のデータが自身の意図にそぐわない形で利用されていないか、などを確認できず、安全に管理されているか が不明である。また、学習データや講座の認定情報が学習プラットフォームごとに分散しており、転職の際に自身の能力をアピールする際にデータポータビリティが低い、という課題がある。</p>
転職先企業	<p>【役割】 国際間の採用マッチング市場において、個人情報の見えない状態で求職者の能力データ（スカラー値）と希望年収から、面談オファーを送る。</p> <p>【課題】 求職者から企業に開示される個人情報の管理に工数がかかる。また、海外人材のデータを取得する際に、各国の個人情報保護規制に対応する必要がある。</p>
各国政府	<p>【役割】 自国人材の能力データを含めた個人情報を正しく管理する法やオペレーション整備を進める。</p> <p>【課題】 国際間の人材マッチングがより盛んになる中、現在は各国ごとに異なった個人情報保護規制を定めており、国際間の人材マッチングサービスに対して実質的な遵守をきちんと担保することができていない。</p>

2.2. 現状の課題を解決する事業スキーム案

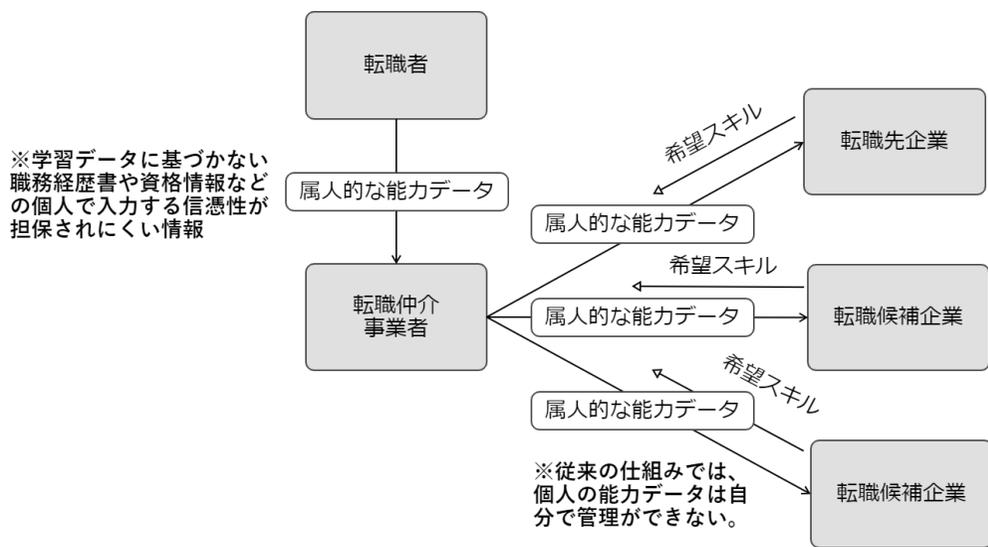
現在の課題（ペインポイント）

- 労働市場の要求に応じた教育が提供できているかの確認が難しい。
- 個人情報の安全管理が不透明で、学習データの一元管理が困難。
- 個人情報の管理が煩雑で、海外人材のデータ取得には個人情報保護規制への対応が必要。
- 国際間の人材マッチングが進み、各国が異なる個人情報保護規制を定める中、実質的な遵守を担保することが難しい。

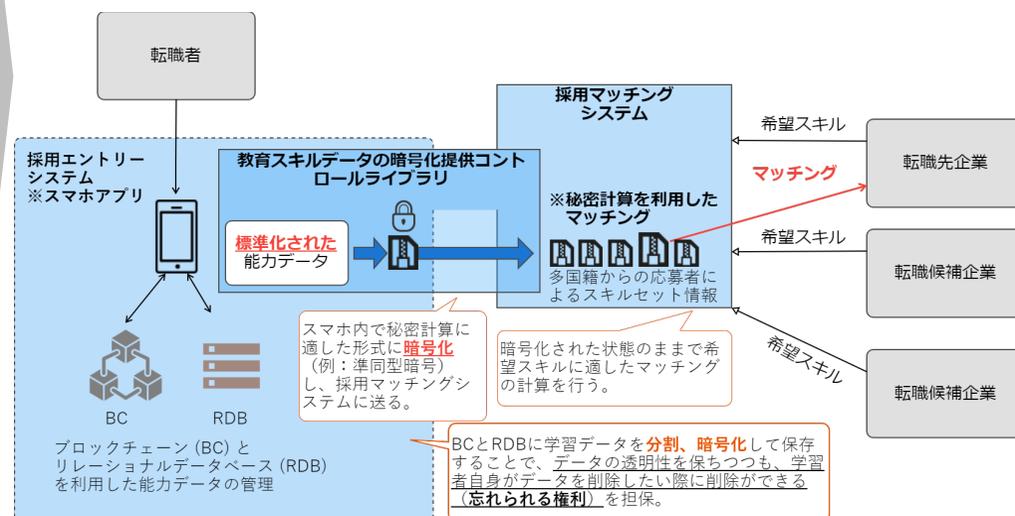
TrustedWebの実現により解決する内容

- 学習データを秘匿化しながら世界中で個人の能力データを共有できるシステムを導入し、市場ニーズに応じた教育が提供可能に。
- 候補者が自身のデータ管理を主導できるような仕組みを確立し、安全かつ透明なデータ管理を実現する。
- 暗号化された個人情報を用いてマッチングし、不要なデータ管理を減らすシステムを採用し、各国の規制にも対応する。
- 個人情報を暗号化することで秘匿化し、その国の個人情報保護規制を遵守しながら、国際間データ移転ができる仕組みを構築する。

課題解決前の事業スキーム図（As-Is）



創出するユースケースの事業スキーム図（To-Be）



2.3. 社会・経済に与える影響・価値(1/2)

<社会全体への影響>

- 個人情報の不適切な取り扱いや、求職者の過度な情報開示が生じるリスクが存在している。本リスクは転職市場だけでなく、フリーランスや派遣業界にも存在するため、幅広く業界に対応していくことで労働市場全体の効率化と透明性の向上に貢献することが考えられる。
- 本事業はデータの安全性（例えばデータの秘匿性、単一障害点の除去、データの改ざん防止等）とプライバシー保護を重視し、各国における個人情報保護規制に対応することで、グローバルな人材の採用を促進し、国内外の労働市場の活性化に寄与することが期待される。
- 透明性・安全性を確保した労働市場を構築したうえで、デジタル関連スキルの習得を促進し、デジタル人材のキャリアアップを支援することができれば参画企業にとって企業の競争力向上や新たなビジネスチャンス創出に繋がり、経済全体の活性化に寄与すると期待される。また、教育を受けたい人材へのアクセスを拡大し、教育の機会均等を実現することで、社会的格差の縮小や人材育成の促進にも貢献することができる。

2.3. 社会・経済に与える影響・価値(2/2)

<経済的価値>

■現状

- ・ 国内の求人市場規模は、2023年に**5,000億円**に上ると推定されている [1]
- ・ 日本において今後必要となる海外からの高度能力人材の数は**20,000人** [2]
- ・ 2030年における国内のIT人材不足は最大79万人と予測されている [3]
- ・ ベトナム人材の日本での就労意欲が高いことが推測される。国内で就労する外国時労働者は約200万人存在（2023年）し、国籍別の労働者の数はベトナムが最も多く約**52万人であり全体の割合の25.3%**を占めている。[4]

■社会・経済的価値

- ・ 上記のIT人材不足を補うため、グローバルでの人材育成と国内企業とのマッチングが必要
- ・ 本ユースケースが実現すれば、国内のみでも、約**9,480億円**（※）の市場拡大が望める

※計算方法：理論年収約600万円 [5]*採用成功報酬20% [6]*79万人

[1]厚生労働省 令和3年度紹介事業報告書の集計結果（速報）

[2]2022年末目標「未来投資戦略2017」（平成29年6月9日閣議決定）より

[3]経済産業省による「IT人材需給に関する調査レポート」より

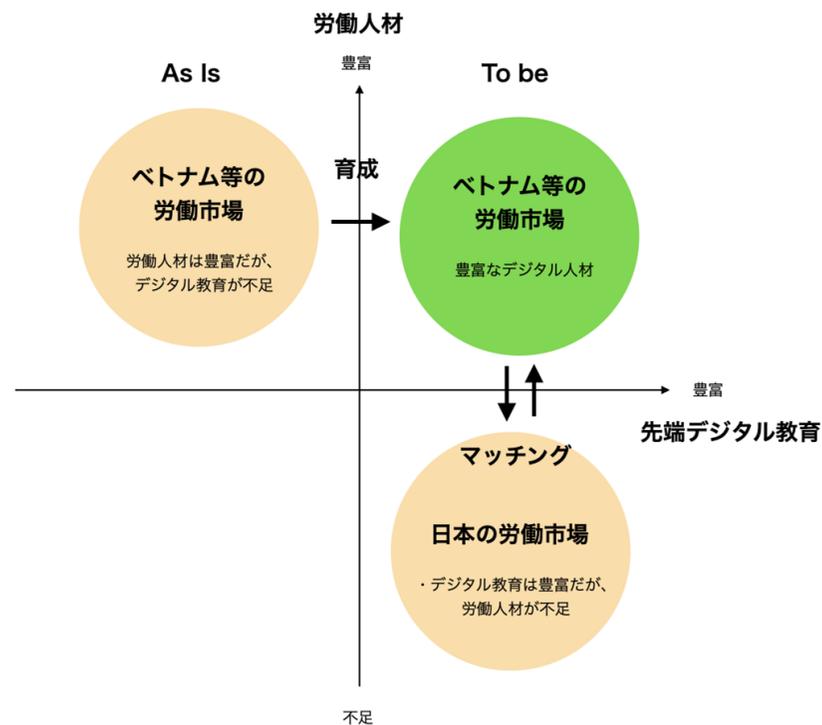
[4]厚生労働省による「外国人雇用状況」の届出状況まとめ（令和5年10月末時点）

[5]経済産業省の「IT人材に関する各国比較調査結果報告書」より

[6]本実証システムを今後組み込む予定のマッチングサービスにおける採用成功報酬割合

本実証の将来的な経済・社会的なインパクトを可視化したのが、以下の図となる。

教育システムを提供することで先端デジタル人材へ育成し、日本企業とマッチング



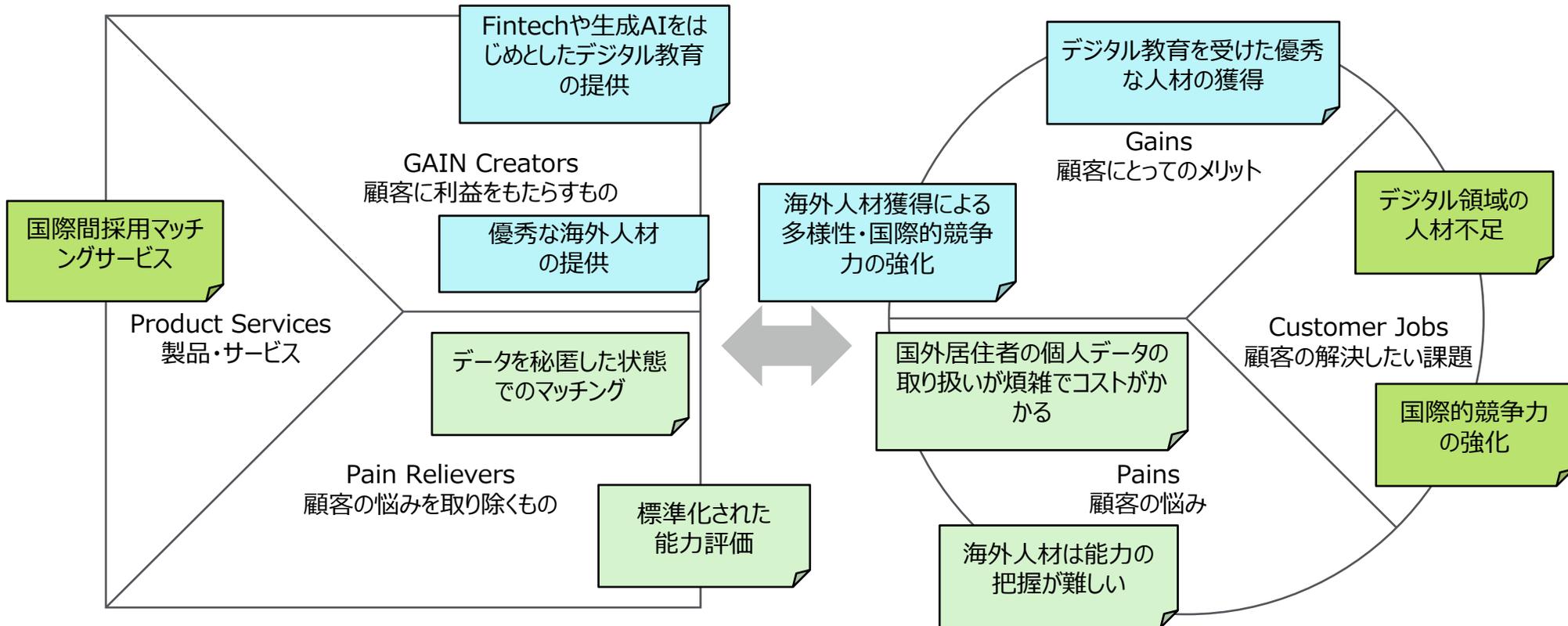
2.4. ペイン・ゲインの整理 (Value Proposition Canvas)

Value Proposition
企業が顧客に提供できる価値

- 標準化された能力データによる海外人材との採用マッチング

Customer's Segment
顧客セグメント

- 国内に拠点を置く日本企業



3. 本実証事業における検証計画

3.1. 実証事業で明らかにする論点への導出・経緯（1/2）

観点	明らかにする論点	論点設定の背景	論点解決に向けた検証概要
ビジネスモデル	1 採用事業者が求職者に求める能力は何と想定すべきか	本実証では、求職者の学習歴を元にした能力スコアで採用企業とのマッチングを進めることを目的としている。そのためその能力スコアの変数となる採用事業者が求める能力項目を想定する必要があると考えた	ヨーロッパや中東などの外国ですでに、ESCO(European Skills, Competences, Qualifications and Occupations)と呼ばれる職業毎、ポジション毎に必要なスキルを明確に定義したEUにおける能力の基準を元に、求職者能力を評価している。本実証では、日本の国内採用事業者にとっても、国際的な人材を採用するという観点から、ESCO基準をもとにした能力スコアを作成し、本基準に沿って能力を判断する（4.1.1で報告）（4.1.1で報告）
	2 採用マッチングシステムの採用企業における有用性	本実証では、国際間のマッチングを実現したいと考えているが、そもそも日本の採用事業者が国際的な人材を取るニーズや体制があるのかを検討すべきと考えた	実証参加予定の日本の採用事業者にヒアリングを行う（5.1.1で報告）
UX/UI	1 採用事業者の応募～採用までの業務に則ったアプリ画面をどうすべきか	本実証においては、学習データに基づいた能力スコアをベースとして採用したい人材にオファーを送るというのが目的である。しかしながら、個人情報を採用マッチング画面では取り扱わない方針なので、企業側にアクセスできる求職者の情報は限られる。そのような環境でも採用に至るまでのUX/UIはどうあるべきかを検討することが適切と判断した	採用事業者が適切に自社にとって魅力的な求職者を選別し、簡易的にオファーを求職者に送信できる業務フローを整理し、採用企業用のダッシュボードを構築する（4.1.1で報告）また今回の実証の構築のスコープは、開発のリソースおよびスケジュールの都合上、採用企業用のUI/UXの提供を対象とし、候補者側のUI/UXは提供しない。
機能と業務の適合性	1 情報を秘匿したまま求職者と採用事業者のマッチングをどのように実現すべきか	本実証では、ベトナムの学生を日本の採用事業者とマッチングさせるという国際間マッチングとなるため、個人情報保護規制の観点から、採用に必要な求職者の学習歴などの個人情報をどのように秘匿しながらマッチングまで行うことができるか検討が必要と考えた	ベトナムの学生には、Fintechのスキルを身に着ける講座を受講してもらい、その学習データを暗号化してもらおう。採用事業者からは、採用戦略を鑑みて、学習データに企業独自の重みを設定してもらおう。そして、暗号化された学習データと暗号化された重みを秘密計算を応用することで掛け合わせて、個人情報を開示することなく求職者の能力データを算出し、採用事業者との適切なマッチングを実現する（4.1.1で報告）

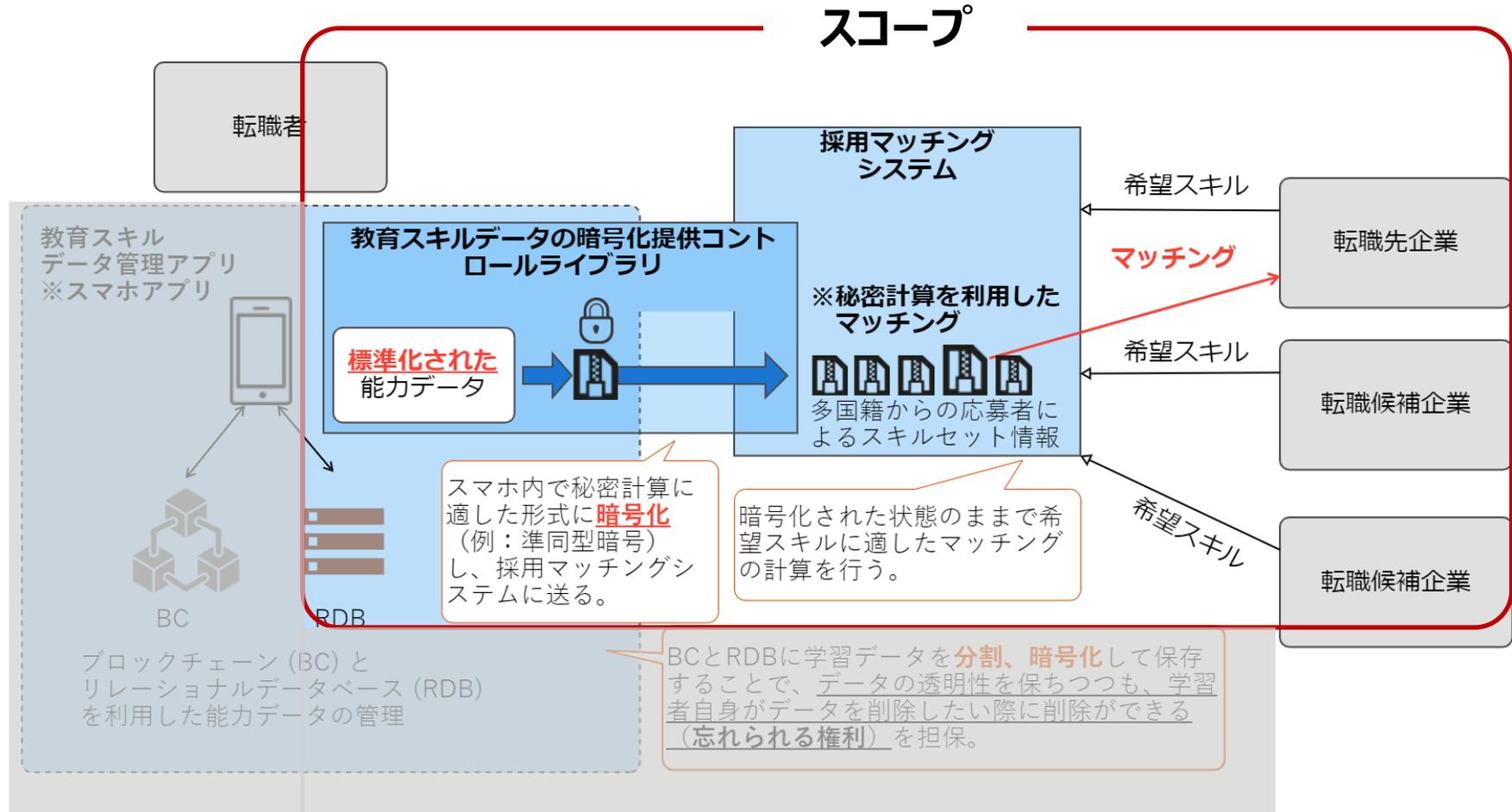
3.1. 実証事業で明らかにする論点への導出・経緯（2/2）

観点	明らかにする論点	論点設定の背景	論点解決に向けた検証概要
機能と業務の適合性	2 企業が求める人材とのマッチングをどのように実現すべきか	本実証では、能力スコアに基づくマッチングという新しい手法を用いるため、どのように採用企業側が判断をしやすくなるかを検討する必要があると考えた	求職者の最低希望年収（縦軸）と能力スコア（横軸）がマッピングされた散布図を作成することとした。その結果、企業は散布図上で適切な年収ラインと相対的な能力スコアの比較で、獲得したい求職者を選別し、オファーを送付できる仕様とする（4.1.1で報告）
	3 プラットフォーマーを介さずに個人情報保護、個人が情報の開示や削除、開示制限といったデータのコントロールを実行することができるためにはどうすべきか	学習歴などの個人に紐づく情報は、第三者ではなく個人で管理することが適切であると考えた	ブロックチェーンとリレーショナルデータベースへ個人情報及び学習データを暗号化、分割保存する仕組みを構築し、個人による適切なデータ管理を実現する。（4.1.1で報告）
	4 ESCO基準を応用したスキルの定義詳細化は何とすべきか	ESCO基準自体は、ヨーロッパや中東など国際的には活用が広まりつつあるものの、日本では普及していない。そのため、日本の国内事業者によって効果的なスキル定義を詳細化する必要があると考えた	まずはIGSが主体となってデータサイエンティストに必要なスキルを定義し、複数の国内企業、及びESCO基準有識者からのフィードバックを得て、習得するスキルとして適切かどうかを判断する（4.1.1で報告）
必要な規制・ガイドライン対応	1 海外から移転される個人情報保護規制への対応をどうすべきか	本実証はベトナムの学生と日本の企業のマッチングを行うため、ベトナムにおける個人情報保護規制にどう対応するかを検討する必要があると考えた	個人情報保護規制の専門家である、西村あさひ法律事務所に規制対応の支援を依頼する（4.1.1で報告）
ガバナンス・コミュニティ	1 採用マッチングにおける標準化データを利用すべきか	本実証において利用する標準化された能力スコアなどの指標が採用事業者にとって必要かどうかを検討すべきと考えた	実証参加予定の日本の採用事業者ヒアリングを行う（5.1.1で報告）
	2 国際間での採用マッチングにかかるルールは何とすべきか	国際間での採用マッチングの際には個人情報を越境で取り扱うため、その情報利用のルールを整理すべきと考えた	ベトナムの個人情報保護規制に説いては、専門の西村あさひ法律事務所にもリスク影響評価やプライバシーポリシーの作成をお願いする。さらに、東南アジア全域や今後の国際的なルール作りに関しては、JETROなどにヒアリングを実施する（5.1.1で報告）

3.2. 本事業におけるスコープ

本実証は、教育データの暗号化と採用マッチングシステムの開発を行うことで求職者の個人情報秘匿化しつつ企業と適正なマッチングが可能であるかの検証を行う

※教育スキルを入力する等の管理アプリは本実証では開発を行わない



3.3. 実施事項・成果物一覧

実施項目		具体的な作業内容	想定成果物
[[【設計】スマホで暗号化したデータを分割し、BC (※) ・RDB (※)に保存する機能]	業務・システム要件定義	ユースケースをもとにビジネス要件を定義 上記ビジネス要件をもとにシステム要件定義	要件定義書
	設計	システム要件定義をもとに設計	設計書
[[【設計】BC・RDBに保存されたデータをスマホで複合化する機能]	業務・システム要件定義	ユースケースをもとにビジネス要件を定義 上記ビジネス要件をもとにシステム要件定義	要件定義書
	設計	システム要件定義をもとに設計	設計書
[[【Web開発/スマホ設計】データを暗号化して、採用マッチングへ送付する機能]	業務・システム要件定義	ユースケースをもとにビジネス要件を定義 上記ビジネス要件をもとにシステム要件定義	要件定義書
	設計	システム要件定義をもとにスマホによる暗号化技術設計	設計書
	実証実験	ユーザーの能力情報を暗号化し、採用マッチングシステムへ送る	調査結果
	動画撮影	実証実験の様子・アプリ利用の様子を動画撮影	動画
[[【Web開発】暗号化したデータを受け取り、秘密計算でスカラ値を算出し散布図に表示させる機能]	業務・システム要件定義	ユースケースをもとにビジネス要件を定義 上記ビジネス要件をもとにシステム要件定義	要件定義書
	実証実験	採用企業がユーザーの能力データを閲覧せずに適切なユーザーを選択する	調査結果
	動画撮影	実証実験の様子・アプリ利用の様子を動画撮影	動画
報告書取りまとめ	最終報告書作成	設計・調査内容の取りまとめ	最終報告書

※BC: ブロックチェーン、RDB: リレーショナルデータベース

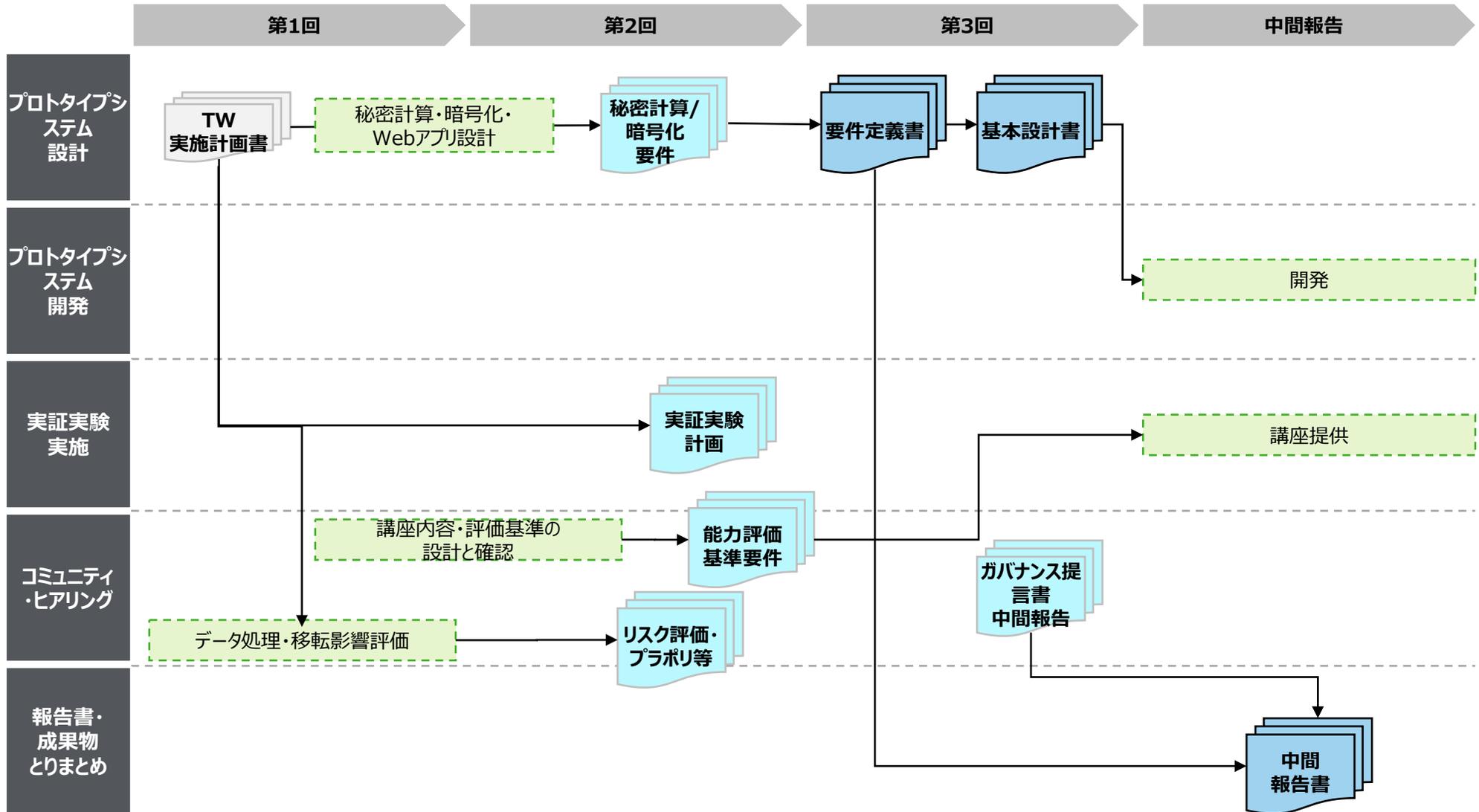
3.4. スケジュール

3.4.1. 全体スケジュール

詳細	2023							2024			
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4-
[準備]											
実行計画書作成											
[コミュニティ形成]											
コミュニティ参画者の呼びかけ・調整											
コミュニティルール(実施目的・会議体等)の整備											
コンテンツ内容、データ化などのすり合わせ											
国際間のデータ移転に関する勉強会											
各国へ横展開に向けたサービス導入にかかるガイドライン整備											
[国際間での採用マッチング検証 (ベトナム人学生と日本企業)]											
レギュレーションに準拠したデータ移転システムの検討											
弁護士のレビュー及びフィードバック											
フィードバックに基づく要件定義											
講座の提供と能力のデータ化											
秘密計算によるマッチング											
[採用マッチングにおけるデータ標準化]											
標準化スコアへの合意											
標準化スコアの妥当性検証											
転職者と企業のマッチングを実施											
マッチング関数へのフィードバック											
マッチング関数を更新											
ESCO基準の適用ガイドライン整備											
[【設計】スマホで暗号化したデータを分割し、BC・IPFSに保存する機能]											
業務・システム要件定義											
設計書作成											
[【設計】BC・IPFSに保存されたデータをスマホで複合化する機能]											
業務・システム要件定義											
設計書作成											
[【Web開発/スマホ設計】データを暗号化して、採用マッチングへ送付する機能]											
業務・システム要件定義・基本設計											
暗号化手法選択											
設計書作成 (スマホ)											
開発 (ライブラリ・Web)											
単体テスト・結合テスト											
[【Web開発】スカラー値を受け取り秘密計算で対象者を抽出する機能 (採用マッチング)]											
業務・システム要件定義・基本設計											
開発 (Web)											
単体テスト・結合テスト											
[報告書作成]											
動画撮影											
結果分析											
報告書作成											

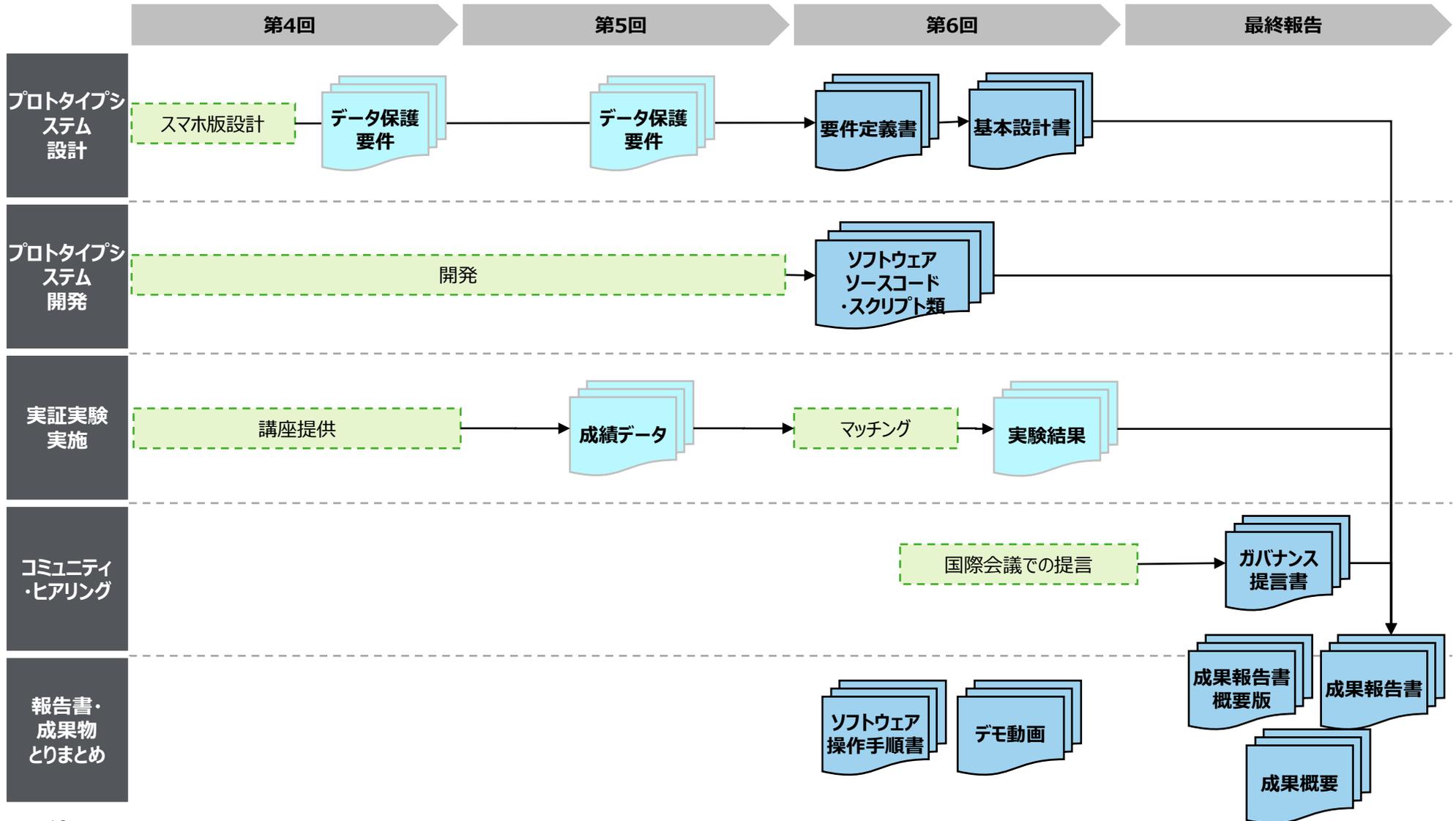
3.4. スケジュール

3.4.2. 成果物の作成フロー(1/2)

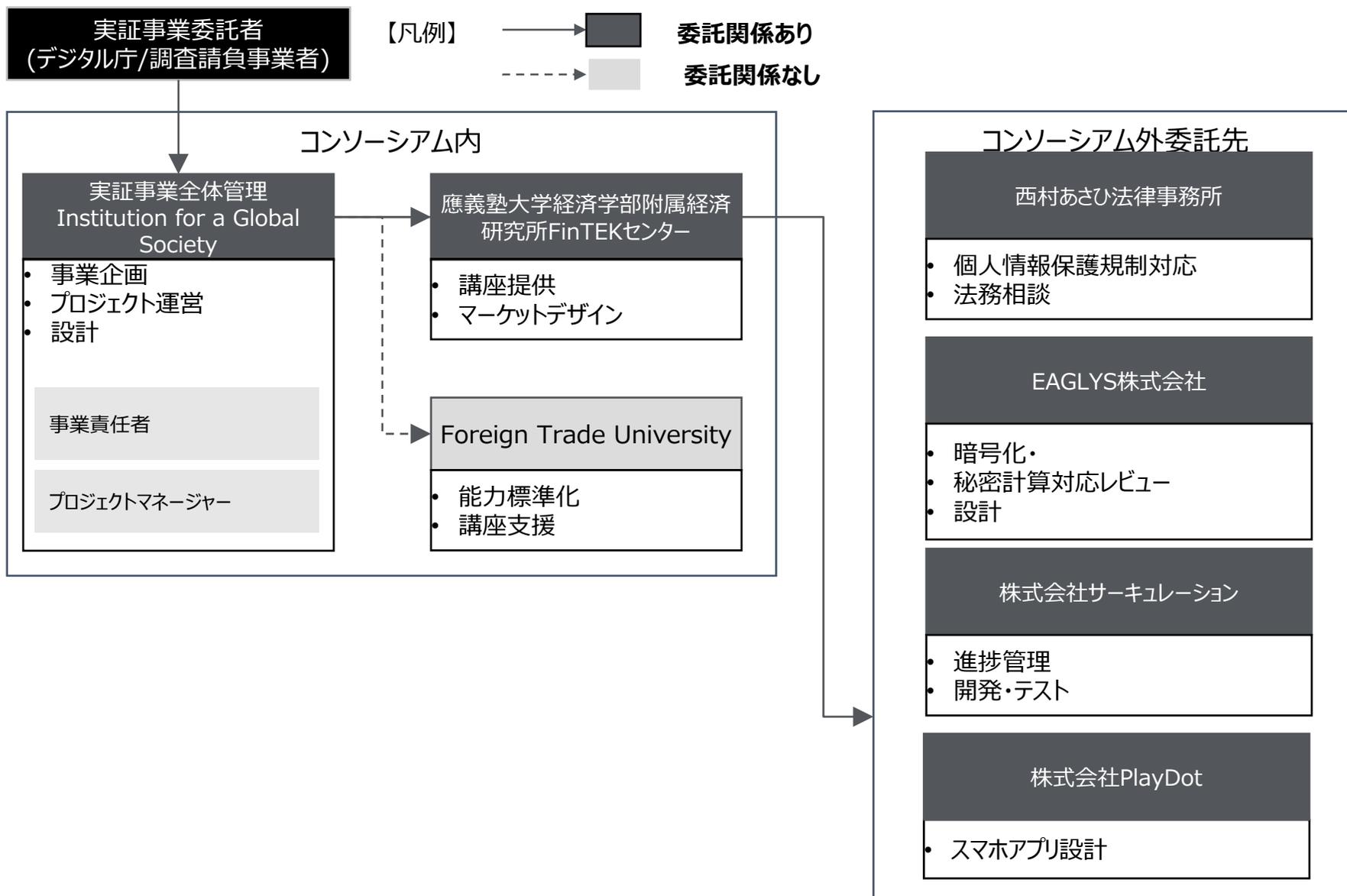


3.4. スケジュール

3.4.2. 成果物の作成フロー(2/2)



3.5. 実施体制



4. 実証（企画・プロトタイプ開発）

4.1. 実施概要

4.1.1. 企画・プロトタイプ開発で明らかにする論点とその結果

No.	論点	検討結果とその経緯
1	【ビジネスモデル】採用事業者が求職者に求める能力は何と想定すべきか	検討結果: ESCO基準を用いて、ハードスキルとソフトスキルの両方を含む能力スコアを作成し、企業がニーズに合わせて調整可能。 経緯: 国際的な人材採用にはESCO基準が適切。実証により、スキルの定量化が有用であると評価されたが、日本語能力やソフトスキルより詳細な情報が必要とのフィードバックがあった。
2	【UX/UI】採用事業者の応募～採用までの業務に則ったアプリ画面をどうすべきか	検討結果: 採用企業用のダッシュボードを構築し、効率的なオファー送信業務フローを確立。 経緯: 個人情報の非公開方針のもと、標準化された能力データに基づくマッチングが評価されたが、日本語スキルなどの追加情報が必要との意見も。
3	【機能と業務の適合性】情報を秘匿化したまま求職者と採用事業者のマッチングをどのように実現すべきか	検討結果: 秘密計算を用いて、暗号化された学習データと重みを組み合わせ、個人情報を開示せずにマッチングを実現。 経緯: 求職者と企業の双方が秘匿情報を保持しつつ適切なマッチングを望むニーズに対応。
4	【機能と業務の適合性】企業が求める人材とのマッチングをどのように実現すべきか	検討結果: 散布図を用いて、企業が求職者の年収希望と能力スコアを比較し、オファーを送付。 経緯: 新しい採用マッチングフローを通じて、効率的な人材獲得を目指す。個人情報の取り扱いに関するコスト削減も重視。
5	【機能と業務の適合性】プラットフォームを介さずに個人情報の保護、個人が情報の開示や削除、開示制限といったデータのコントロールを実行することができるためにはどうすべきか	検討結果: ブロックチェーンとリレーショナルデータベースを利用し、個人情報と学習データを暗号化、分割保存。 経緯: 情報漏洩リスクに対する耐性を保ちつつ、個人がデータコントロールを行える仕組みを確立。
6	【機能と業務の適合性】ESCO基準を応用したスキルの定義詳細化	検討結果: ESCO基準を応用し、日本でのスキル定義詳細化を進める。 経緯: 国際的な標準に基づくスキル定量化の重要性が認識され、国内外のフィードバックを統合して適用。
7	【必要な規制・ガイドライン対応】海外から移転される個人情報保護規制への対応をどうすべきか	検討結果: 西村あさひ法律事務所と協力し、ベトナム個人情報保護規制への適応可否とリスク影響評価を実施。 経緯: 西村あさひ法律事務所がベトナム個人情報保護規制のガイドラインの専門家であったため依頼。

4.1. 実施概要

4.1.2. 企画・プロトタイプ開発に用いる技術・標準等を選定した理由及び背景

No.	活用技術・規格	実現したい要件	選定理由とその経緯
1	ブロックチェーン技術とリレーショナルデータベース	学習歴データを暗号化、分割しブロックチェーンおよびリレーショナルデータベースの格納	<p>学習歴データはプラットフォームや採用企業などの第三者ではなく、学習者自身が管理することが望ましい。また、学習歴を使ったマッチングを行うには、正しい学習歴が記録されていることを担保する必要がある。</p> <p>その結果、データの透明性とデータの個人管理を実現する観点から、データを暗号化、分割化しブロックチェーン及びデータベースに格納する技術手法を採用した。</p>
2	暗号化、秘密計算	秘密計算技術による人材マッチング	<p>国際間のデータ移転において、秘匿性を保つために、プラットフォーム及び採用企業が個人を特定できない状態が望ましい。</p> <p>その結果、学習歴データは暗号化したうえで秘密計算技術を使ってマッチングに必要な能力スコアを算出する技術手法を採用した。</p>
3	デジタル署名	スマホアプリで開示データ選択、相手先正当性確認	学習歴データを学習者自身が指定した相手にのみ指定した範囲内で開示することを実現するために、デジタル署名技術を採用した。
4	ESCO基準	能力スコアの標準化	国際間でのマッチングを実現させるためには、国際間で通用する能力スコアを作成する必要があり、そこで欧州や中東ですでに人材の能力基準として採用が進んでいるESCO基準を本実証における能力スコアの基準の元とすることにした。

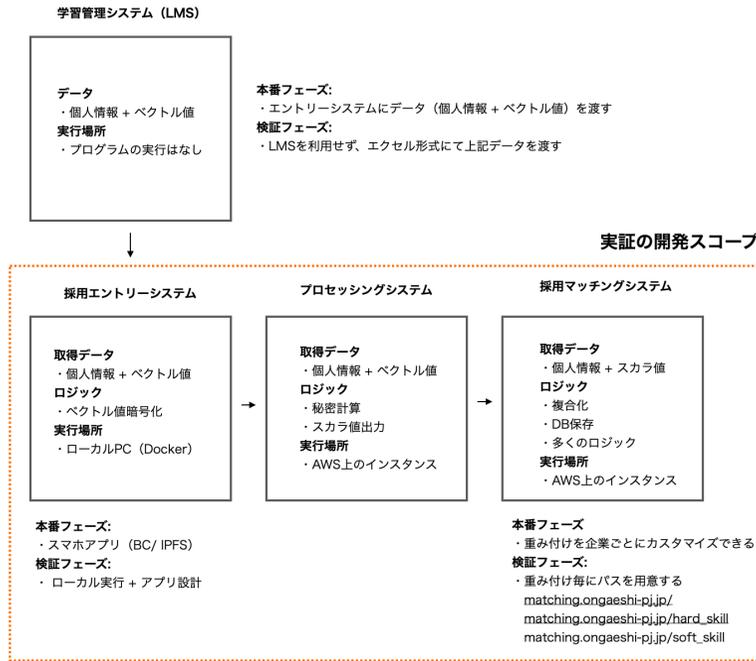
4.2. Verifyできる領域を拡大する仕組み

4.2.1. 登場主体・要求事項整理

主体	実証事業での役割	実証事業において設定した要求事項
教育機関	転職者に講座を提供する。その講座によって、転職者はが、労働市場に求められるが欲する能力要求にそった能力を獲得できる。よう教育を提供し、その個人の能力をESCO基準に準拠したデータモデルに変換し、そってデータ化し、転職者に提供することで、データ流通が可能となる。	各国における個人の学習データを暗号化し秘密計算を応用することで、学習データは秘匿化したまま、個人の能力データを世界で閲覧可能な採用オークション市場で利用可能にしたい。
転職者 (求職者)	講座を受講し、学習データを蓄積していく。講座修了後に国際間の採用マッチング市場にエントリーし、学習データを提供する。	データを誰にいつ開示したかを確認することができ、データを提供した際にも閲覧期限を設定することで、自動で見られなくなる仕組みを構築したい。通常学習コンテンツ提供者が保持する学習データなどの精緻な情報を個人で閲覧、提供、削除できるようにすることで、採用マッチングに活用したい。
転職先企業	国際間の採用マッチング市場において、個人情報の見えない状態で求職者の能力値（スカラー値）と希望年収から、面談オファーを送る。	求職者の個人情報は暗号化されており、採用市場でマッチングするまでは個人情報を見れないようにしたい。
各国政府	自国人材の能力データを含めた個人情報を正しく管理する法やオペレーション整備を進める。	自国人材の能力データを国外の企業などに提供する際、個人情報は暗号化することで、秘匿化し、その国の個人情報保護規制を遵守しながら、国際間データ移転ができる仕組みを構築したい。

4.2. Verifyできる領域を拡大する仕組み

4.2.2. 企画・プロトタイプシステムの開発におけるペインの解決方法



ペイン	ペインの解決方法(仮説)	活用する規格・技術	技術選定理由(仮説)
能力が評価できない (標準化されていない)	業界標準のデータ形式を策定することで、能力を正しく評価できるようになる	ESCO分類、EQF、GROW360	ESCO基準は欧州や中東で労働者の能力データ標準化にすでに導入が進んでいる。またGROW360は日本の多くの大企業に社員のコンピテンシアセスメントツールとして採用されており、日本における人材能力データ標準化には適した技術である
個人情報ポータビリティの課題	個人情報の暗号化および秘密計算によるデータ保護の安全性担保	暗号化、秘密計算	国際間で学習歴を含む個人情報をデータ移転する際には、データの秘匿性を担保するためデータの暗号化が必要であり、また能力スコアを暗号化されたデータから算出するには秘密計算技術が適しているため
データ管理に関する課題	候補者主導でのデータ管理を可能とする仕組みの構築	ブロックチェーン技術とリレーショナルデータベース	分散型ストレージ (IPFS) とブロックチェーンを利用する方式、データベースとブロックチェーンを利用する方式の比較検討を実施した。その結果、個人でデータ管理をしながらも、必要に応じてデータ削除が行える要件を実現するためのデータ管理の方法として、候補者の「個人情報」と「成績データ」を暗号化 & 分割化して、ブロックチェーンとデータベースに保存する方法が適している事が分かったため、技術採用に至った

4.2. Verifyできる領域を拡大する仕組み

4.2.3. Verifyするデータ一覧

- ① 守るべき「属性情報（年齢/性別/居住都市）+学習データ（ベクトル値）」は求職者が採用エントリーシステムで暗号化
- ② 暗号化された状態でIGSが管理するプロセッシングシステムで秘密計算が行われ、暗号化されたスカラ値を取得
- ③ 暗号化されたスカラ値をマッチング管理会社が管理するマッチングシステムで復号化

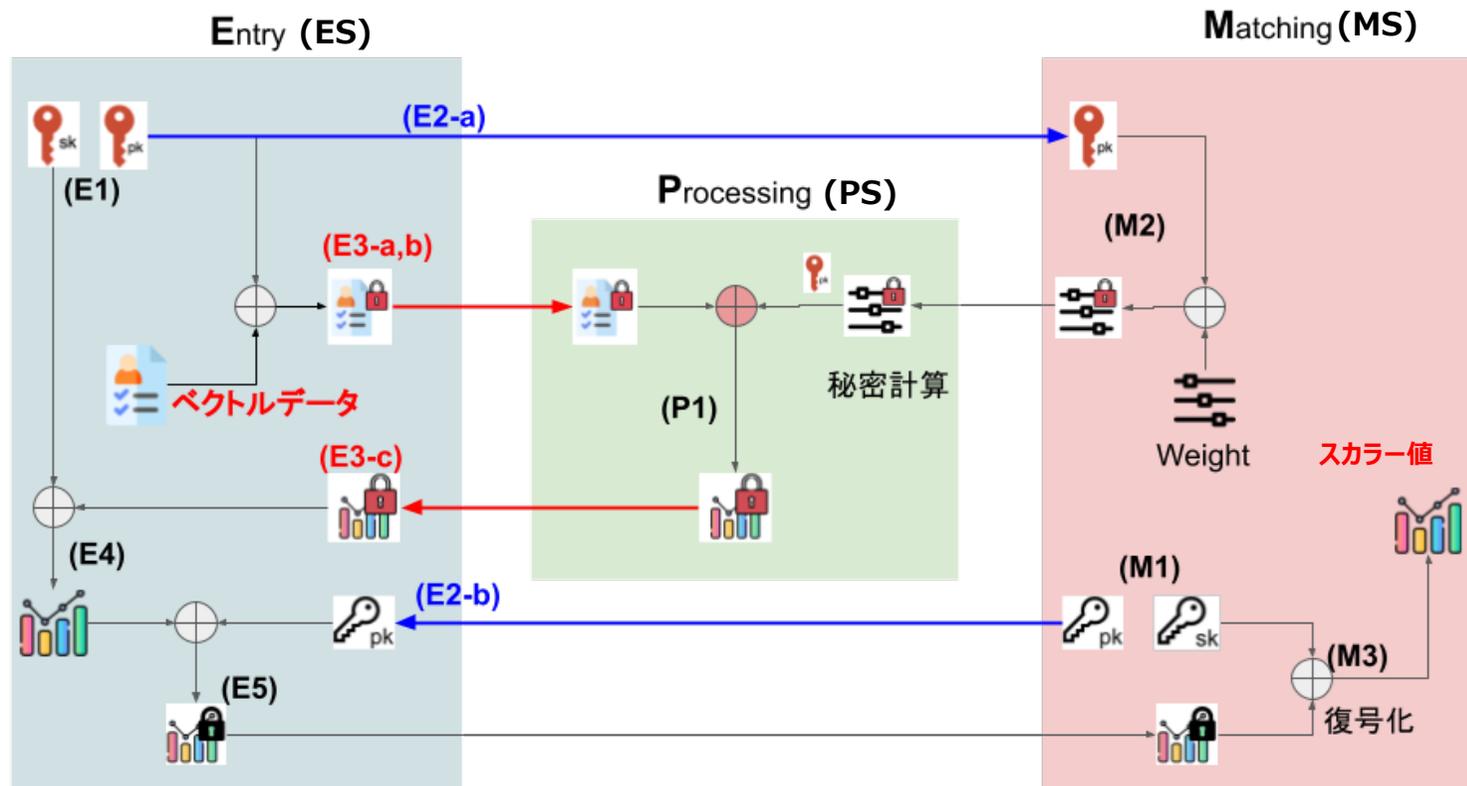
中分類	記号	誰が生成?	説明	企業担当者 Read権限	採用ES (local Dev)		Processing System (AWS1)		Matching System (AWS2)	
					in	out	in	out	in	out
ハード&ソフトスキル合計値	s	sys	能力スコア	Yes				$enc(s) = \sum enc(x_i)$	enc(s)	s
ハードスキル	a1i, ..., a1N	候補者	知識ベクトル		a1i, ..., a1N	enc(a1i),...,enc(a1N)	enc(a1i),...,enc(a1N)			
	a2i, ..., a2N	候補者	業務経験責任感ベクトル		a2i, ..., a2N	enc(a2i),...,enc(a2N)	enc(a2i),...,enc(a2N)			
	x1	sys	知識スカラ	Yes				$enc(x1) = \sum enc(w1i)*enc(a1i)$	enc(x1)	x1
	x2	sys	業務経験責任感スカラ	Yes				$enc(x2) = \sum enc(w2i)*enc(a2i)$	enc(x2)	x2
ソフトスキル	a3i, ..., a3N	候補者	認知/自己ベクトル		a3i, ..., a3N	enc(a3i),...,enc(a3N)	enc(a3i),...,enc(a3N)			
	他者/コミュニティベクトル	候補者			a4i, ..., a4N	enc(a4i),...,enc(a4N)	enc(a4i),...,enc(a4N)			
	a5i, ..., a5N	採点者	授業態度ベクトル		a5i, ..., a5N	enc(a5i),...,enc(a5N)	enc(a5i),...,enc(a5N)			
	a6i, ..., a6N	採点者	バイアス/モチベーション/マナーベクトル		a6i, ..., a6N	enc(a6i),...,enc(a6N)	enc(a6i),...,enc(a6N)			
	x3	sys	認知/自己スカラ	Yes				$enc(x3) = \sum enc(w3i)*enc(a3i)$	enc(x3)	x3
	x4	sys	他者/コミュニティスカラ	Yes				$enc(x4) = \sum enc(w4i)*enc(a4i)$	enc(x4)	x4
	x5	sys	授業態度スカラ	Yes				$enc(x5) = \sum enc(w5i)*enc(a5i)$	enc(x5)	x5
	x6	sys	バイアス/モチベーション/マナースカラ	Yes				$enc(x6) = \sum enc(w6i)*enc(a6i)$	enc(x6)	x6

情報の種類	パラメータの種類	平文 / 暗号化	復号化システム
属性情報	性別, 年齢, 居住都市	暗号化	Matching System
学習データ (ベクトル値)	ユーザの学習データを示す生データ	暗号化	N/A
能力データ (スカラ値)	学習データ (ベクトル値) をもとに計算されたユーザの能力データ, および適正年収	暗号化	Matching System

4.2. Verifyできる領域を拡大する仕組み

4.2.4. データの暗号化・複合化の仕組み

- ユーザーの個人データに当たる学習履歴等のベクトルデータは、**ユーザー自身が管理するエントリーシステムで暗号・復号化に使う鍵を管理する**。よって、適切な鍵管理を行うことで、ユーザー以外の**第三者による復号化の懸念が小さくなる**。
※本実証では、ユーザー自身の真正性検証はスコープ外
- 暗号化された能力スコアのスカラ値は、マッチングシステムの秘密鍵で復号化する



秘密計算によるアプトプットの正しさは、**同一のデータに対して秘密計算結果と通常計算結果の分散と平均から、帰無仮説を2つの計算結果に0.1%以上の差があるとして、検定を行う**。また、それぞれの計算結果をもとに受講者の順位づけを行い、結果が等しくなることを確認する。

4.3. 合意形成・トレースの仕組み

本システムで目指す合意形成とその履行のトレースの内容

合意の主体	合意の対象	合意の条件	トレースの対象	トレースの手法	合意取消の可否・方法
転職者と企業 (マッチングシステム)	能力データの提供について	講座の評価から算出された能力データの送付にアプリ上で同意した場合に合意が形成されたとする	能力データ	システムログ、DB格納方法で判断	可能
転職者と企業	企業とのチャット開始の同意	ある企業からオファーを受けた転職者が、チャットによるやりとりを許可した際に合意が形成されたとする	チャット利用への同意	システムログ	可能

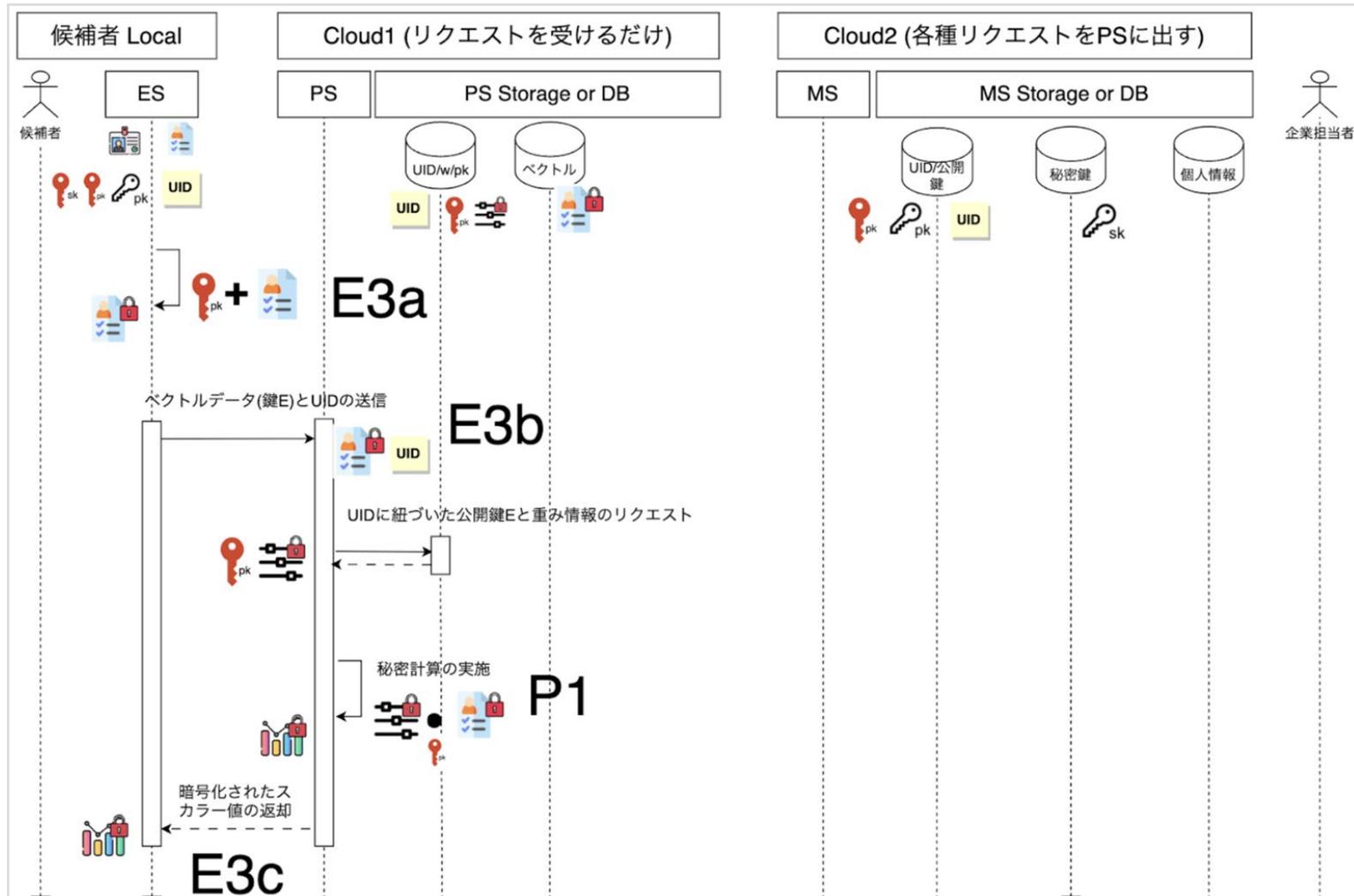
第三者が確認する情報一覧

トレース情報	トレース手法	第三者が確認することのリスク・対応方針
転職者が企業に能力データを共有した同意の記録	データ共有した記録をログとして管理	第三者が確認できるのは、提供に同意した事実のみ
転職者が企業とのチャットのやり取りに同意した記録	同意した記録をログとして管理	第三者が確認できるのは、提供に同意した事実のみ

4.4. 企画・開発物

4.4.1. 業務フロー

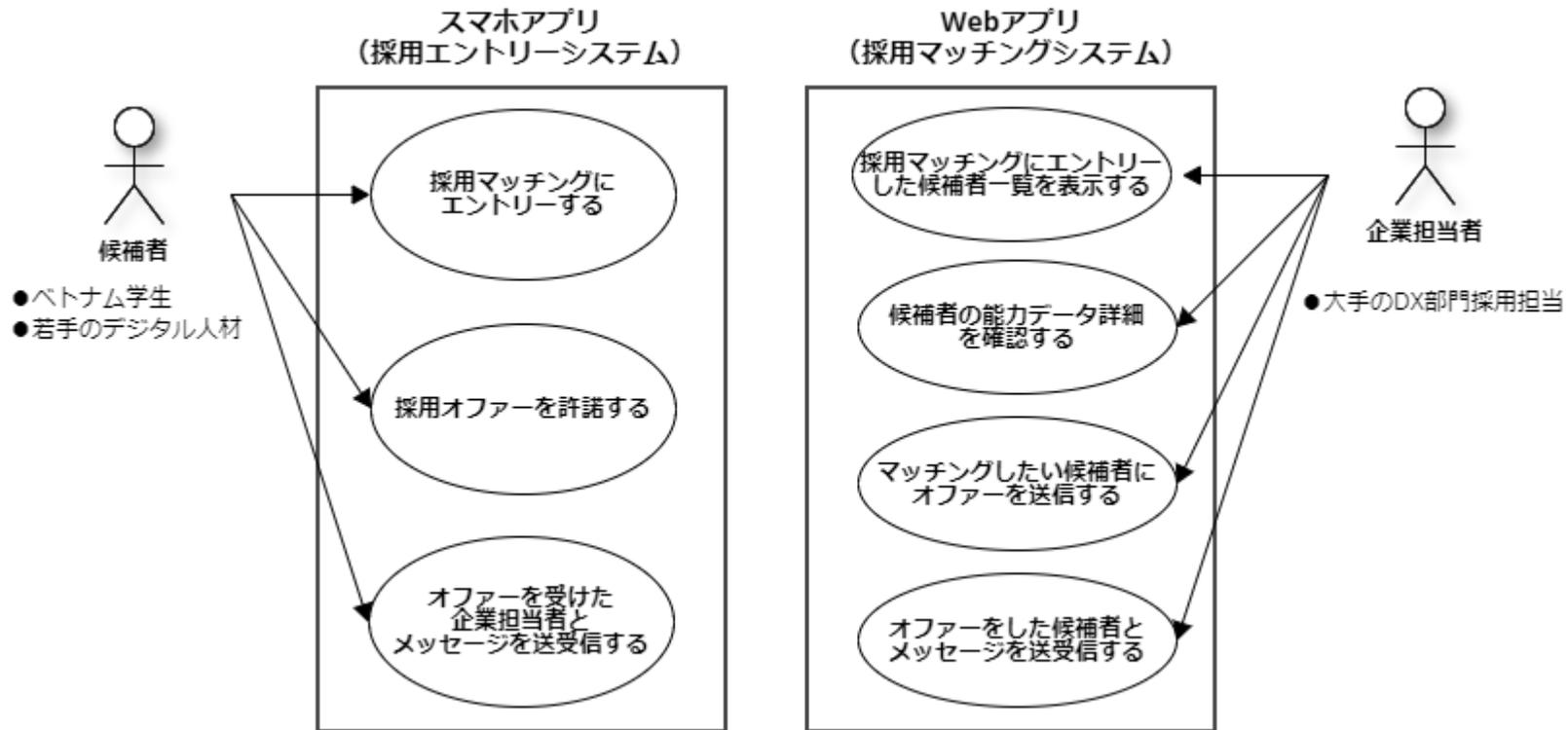
本システムにおける代表的なフローを記載した。以下は、ESが成績データ（ベクトルデータ）を暗号化し、PSに送信。PSが秘密計算を実行し、結果を返すフローをまとめたものである。（詳細は別途基本設計書を参照）



4.4. 企画・開発物

4.4.2. ユースケース図

- 本システムの利用者は、採用マッチングシステムにエントリーする「候補者」と、候補者にオファーを申請することのできる「企業担当者」である。
- 「候補者」はスマホアプリを通じて、本システムにエントリーする（今回の開発のスコープ外）
- 「企業担当者」は、Webアプリを通じて、候補者にオファーを送信する
- 「候補者」と「企業担当者」がオファーを通じてマッチングしたら、メッセージのやり取りができる。



4.4. 企画・開発物

4.4.4. 機能一覧/非機能一覧 (1/3)

対象システム	機能・非機能	機能概要
エントリーシステム	データの暗号化機能	<ul style="list-style-type: none">データを格子暗号によって暗号化するデータとは候補者の個人データと成績データ（ベクトル値）の両方を指す
	個人データ送信機能	<ul style="list-style-type: none">暗号化された個人データをマッチングシステムに送信する
	ベクトルデータ送信機能	<ul style="list-style-type: none">暗号化された成績データ（ベクトル値）をプロセッシングシステムに送信する
	鍵生成機能	<ul style="list-style-type: none">秘密鍵と公開鍵のキーペアを作成する
プロセッシングシステム	秘密計算機能	<ul style="list-style-type: none">秘密計算を実行する企業側の重みデータベクトルと候補者ステータスベクトルの2つの変数を用いて掛け算を行う個人ステータスの成績データ（ベクトル値）の一部はCKKSにより準同型暗号を用いて暗号化されたまま計算される
	計算結果保存機能	<ul style="list-style-type: none">秘密計算の結果をデータベース、またはストレージに保存する
マッチングシステム	候補者表示 & 選択機能（散布図形式）	<ul style="list-style-type: none">候補者を散布図形式で表示する散布図は縦軸の候補者の希望年収、横軸の総合能力スコアで構成される企業担当者は散布図から候補者を選択することができる散布図上の候補者をクリックすると、プロフィール詳細がモーダル形式で表示される
	候補者表示 & 選択機能（リスト形式）	<ul style="list-style-type: none">候補者をリスト形式で表示するリストは候補者の属性情報/スキル/ Like数等で構成される企業担当者はリストから候補者を選択することができるリスト上の候補者をクリックすると、プロフィール詳細がモーダル形式で表示される

4.4. 企画・開発物

4.4.4. 機能一覧/非機能一覧 (2/3)

対象システム	機能・非機能	機能概要
マッチングシステム	候補者表示 & 選択機能 (散布図形式)	<ul style="list-style-type: none">候補者を散布図形式で表示する散布図は縦軸の候補者の希望年収、横軸の総合能力スコアで構成される企業担当者は散布図から候補者を選択することができる散布図上の候補者をクリックすると、プロフィール詳細がモーダル形式で表示される
	候補者表示 & 選択機能 (リスト形式)	<ul style="list-style-type: none">候補者をリスト形式で表示するリストは候補者の属性情報/スキル/ Like数等で構成される企業担当者はリストから候補者を選択することができるリスト上の候補者をクリックすると、プロフィール詳細がモーダル形式で表示される
	候補者ソート機能	<ul style="list-style-type: none">企業担当者はリスト上の候補者をソートして表示させることができるソートのクライテリアは「能力スコア」「ハードスキル」「ソフトスキル」「希望年数」「Like数」
	候補者プロフィール表示機能	<ul style="list-style-type: none">モーダル形式で、候補者のプロフィールが表示されるプロフィールは「属性情報」「能力スコア合計値（スカラ値）」「個別のハードスキル & ソフトスキル」「Like数などのアプリ内取得情報」で構成される「個別のハードスキル & ソフトスキル」に関しては、候補者が表示/ 非表示を決めることができる候補者プロフィールの個別のソフトスキル、ハードスキルの項目に対して、他候補者の平均の値を表示する表示形式は、スキルバーの中に、平均値のラインを引く想定
	Like送信機能	<ul style="list-style-type: none">企業担当者は候補者にLikeを送信することができる送信したLike数は、TOPページのリストおよびプロフィール詳細に表示される
	オファー送信機能	<ul style="list-style-type: none">企業担当者は候補者にオファーを送信することができるオファー送信画面は、TOPページの候補者リストのオファー送信ボタン、またはプロフィール表示画面のタブから「オファー」を選択することで表示可能企業担当者は、自社の連絡先（Emailアドレス）とメッセージを入力することで、オファーを候補者に送信可能。オファーを送信すると、候補者のメールアドレスに直接メッセージが届き、今後のやり取りに関してはシステムは関与しない

4.4. 企画・開発物

4.4.4. 機能一覧/非機能一覧 (3/3)

対象システム	機能・非機能	機能概要
システム共通 (可用性)	運用スケジュール	<ul style="list-style-type: none">クラウドサービスで利用するコンポーネント上、基本的には24時間システム稼働予定であるが、夜間に利用する予定はないため、日本とベトナムのビジネスアワーをカバーできる運用時間（日本時間の9:00 - 19:00）の利用を想定。
	業務継続性	<ul style="list-style-type: none">外部向けオンラインシステムが稼働していることがシステム稼働の条件となることを想定。
	目標復旧水準 (業務停止時)	<ul style="list-style-type: none">1営業日以内のシステムの復旧を目指す。
	稼働率	<ul style="list-style-type: none">1年間で数時間程度の停止を許容。
システム共通 (性能・拡張性)	通常時業務量	<ul style="list-style-type: none">候補者20-30名、企業担当者5-10名の利用を想定。
システム共通 (運用・保守性)	開発用環境の設置	<ul style="list-style-type: none">開発環境と本番環境の2つを管理。開発環境は、コスト削減のため本番環境よりも、グレードを落としたものを利用。
	マニュアル準備レベル	<ul style="list-style-type: none">エントリーシステムの操作手順書を用意。

4.4. 企画・開発物

4.4.4.1. (非機能要件)リスク分析とセキュリティ対応方針

本サービス・アプリを利用するにあたってリスク分析・対応方針の整理を行い、大きく2点の対策を上げた。なお、今回の対象となるリスクの切り口としては、**実証段階におけるリスクに対する対策は限定的となるが、今後の本番リリース時にはより対策方針が強化されると想定される項目を優先的にピックアップした。**

サービス(アプリ)利用にか かるリスク	影響度 (機密性・完全性・可用性への影響)	発生可能性 (どのような悪意的な攻撃が考えられるか)	左記リスクへの対応方針・ 攻撃防止の根拠
成績データの改ざん	個人の成績データは、完全性と機密性が高く求められるため、影響度は高い。具体的に左記脅威が発生した場合は、不正なマッチングが行われることによる事業者の損失(完全性の欠如)や求職者・事業者に対して、情報が他の方に見られていることによる不安感・プライバシーの毀損(機密性の欠如)を与えることになる	個人の成績データ(資産)、に対して悪意のあるユーザーがCSVを改ざんしたうえで成績データをWebで挙げること(脅威)があげられる。これはエントリーシステムを実行可能なPCを通じて、不正アクセスを行うことでできてしまう(脆弱性)ため、発生可能性は小～中程度である	実証における対策 エントリーシステムは社内のみからのアクセスに限定するとともに、システムを操作できる人数を限定する。(ただし内部犯のケースは対策困難なため、残存リスクとして存在する) 本番リリースにおける対策 本番では、候補者のみが実行可能なスマホアプリをリリースする。周辺システムである、学習管理システム(LMS)のセキュリティレベルを強化する。
企業情報(メールアドレス)の漏洩	企業連絡先等は機密性が求められるため、影響度は高い。具体的には、メールアドレスが不正利用されることによる、不安感・プライバシーの毀損(機密性の欠如)を与えることになる。	企業のメールアドレス(資産)、に対して悪意のあるユーザーが、企業アドレスを、リスト販売等の不正利用(脅威)するケースが挙げられる。これはマッチングシステムを利用可能な候補者かつオファーを受けた候補者は取得可能なため、発生可能性は小～中程度である	実証における対策 ・利用可能な候補者を限定する ・利用規約で制御する 本番における対策 ・アプリ内にチャット機能を用意することで、個人情報システム内で交換されることを防止する。

4.4. 企画・開発物

4.4.4.2. (非機能要件)大規模・商用・社会実装時のシステム・運用方針

負荷増加による考え得る課題

- **マッチングシステムの処理速度低下とサーバーダウン**
 - プロセッシングシステムで秘密計算をして計算結果をマッチングシステムに反映している間は、リソースの多くが秘密計算に割かれるため、マッチングシステムのレスポンスタイムが低下
 - また一時的なイベント等によるユーザーアクセス集中によるダウン
- **プロセッシングシステム（秘密計算場所）の処理速度低下とサーバーダウン**
 - 1ユーザー毎に秘密計算実行する際30秒-1分程度かかり、実行回数が高むと処理速度が低下
 - イベント等によるアクセス増長から秘密計算の負荷増加によるダウン

社会実装時に想定する利用規模

想定アクセス数/日（合計）：

- 6,140 - 12,280アクセス/日
 - 参加企業：140 -280アクセスを想定
 - 50（社）× 70% × 4（回）～ 50（社）× 70% × 4（回）× 2
 - ベトナム学生&社会人：6,000 - 12,000アクセスを想定
 - 3000（人）× 50% × 4（回）～ 3000（人）× 50% × 4（回）× 2

秘密計算実行回数：

- 300 - 600回/日
 - 3000（人）× 50% × 20% ～ 3000（人）× 50% × 20% × 2

システム・運用方針

上記の利用規模に対しては、現時点で以下の対応方針で課題はないと考えている。

対応方針：

- プロセッシングシステムとマッチングシステムのサーバーを分離することで、秘密計算のリソース負荷がマッチングシステムに及ばないようにする。
- さらにサーバーのスケールアップをすることで2つのシステムの処理速度低下に対処できると考えている。またスケールアップの際に、サーバー再起動を必要とする場合には、適切な運用方法を検討する。
- 具体的には、CPUコアを1コアから2コアへといったように増強していく方針である。また左記の利用規模では、対応コストとしても問題ないと考えている。
- さらに、サーバーダウンを引き起こす原因となり得る一時的なアクセス増加に対しては、事前にロードバランサーの暖機申請を行ったり、インフラの運用体制を強化するといった対策を実施する方針である。

※詳細な前提・活用するシステムは報告書に記載

※利用規模の変数は現時点での目標数値や目安となる数値である。変数の精緻化は今後商用利用の戦略を検討する際に詳細に検討する方針。

今後の課題：現時点では、商用利用時の戦略は十分に練れておらず、利用規模算出の変数は今後より精緻化し、実際に必要なシステム対応方針を検討する必要がある

4.4. 企画・開発物

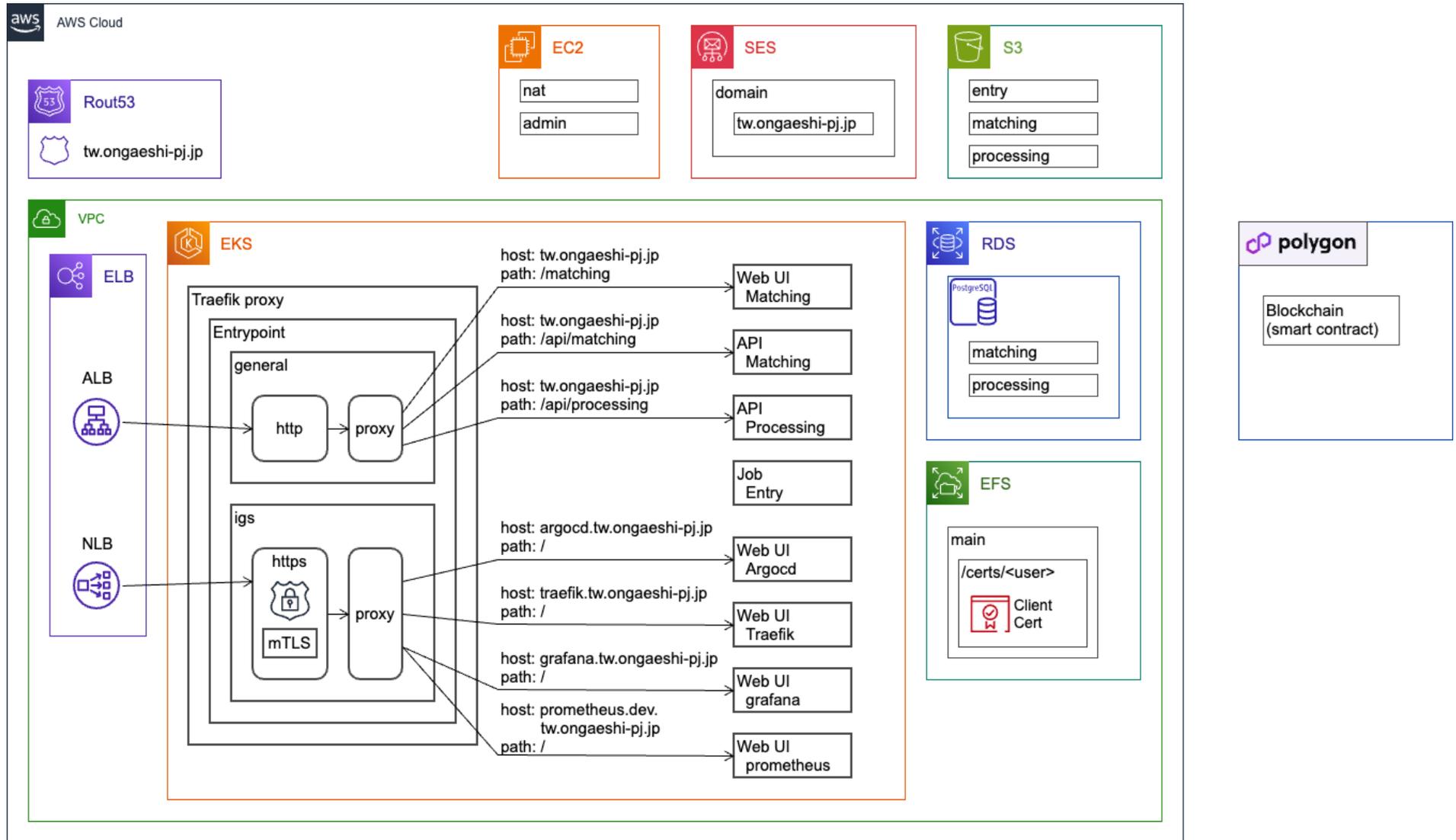
4.4.5. データモデル定義

本アプリにとって特徴的なデータ（個人情報および成績データ）をまとめた。詳細は基本設計書を参照。

属性（カラム）	属性取得元	値（例）
レベル	CSVファイル	5
年齢	CSVファイル	20
Email	CSVファイル	test@mail.com
性別	CSVファイル	Men
居住地（国/ 都市）	CSVファイル	ベトナム/ ハノイ
希望年収	CSVファイル	¥5,000,000
自己紹介	CSVファイル	自己紹介です。
成績データ（重み計算前）	CSVファイル	0.5
成績データ（重み計算済み）	プロセッシングシステム	0.7
能力スコア	プロセッシングシステム	50
いいね数	マッチングシステム	5
オファー数	マッチングシステム	5

4.4. 企画・開発物

4.4.6. 実験環境



4.4. 企画・開発物

4.4.7. システムの構成要素

コンポーネント名称 (システム・ライブラリ名)	開発区分(新規/既存)	開発先/ 権利の帰属先(OSS)	型式名・ライセンス名
求職者向けシステム	新規開発	弊社で権利保有予定	エントリーシステム
秘密計算システム	新規開発	弊社で権利保有予定	プロセッシングシステム
企業採用者向けシステム	新規開発	弊社で権利保有予定	マッチングシステム
暗号化ライブラリ	既存活用	tuneinsight/lattigo (OSS)	

5. 実証（事業実現に向けたガバナンス・コミュニティ等の検討）

5.1. 実施概要

5.1.1. 事業実現に向けたガバナンス・コミュニティ等における論点とその結果

No.	論点	検討結果とその経緯
1	採用マッチングシステムの採用企業における有用性	<p>検討結果: 採用マッチングシステムは能力ベースでのオファーが可能であり、画期的だと評価されている。</p> <p>経緯: 国内企業は海外人材の採用体制が未整備であるものの、今後の検討が必要と考えている。ただし、日本語能力の可視化や企業文化への適合性確認のための実践的な評価も重要とされている。</p>
2	採用マッチングにおける標準化データの利用	<p>検討結果: 標準化データの利用は、スクリーニングやインターン選別に有効と評価されている。</p> <p>経緯: 採用企業は標準化データの必要性を認識しており、特にソフトスキルとハードスキルの両方を定量的に評価できる点が有用であるとされる。今後は教育機関と協力を深め、標準化データの利用範囲を拡大予定。なお、入力データの信憑性や、標準化が正しく行われているかという論点は、残課題として記載する。</p>
3	国際間での採用マッチングにかかるルールの策定	<p>検討結果: ベトナムの個人情報保護規制に対応したシステムと業務フローの構築を進めている。</p> <p>経緯: ベトナムを含む国際間での採用マッチングに関するルール作りはまだ整備されていない。各国の個人情報保護規制に従いながら事業を展開することが現時点での妥当な判断とされている。</p>

5.1. 実施概要

5.1.2. 実施内容・手法：ビジネスフュージビリティ検証

ビジネスフュージビリティのため、実証に参加している各ステークホルダーにヒアリングを行った。

ステークホルダー	ヒアリング観点	ヒアリング結果
新卒・中途採用で海外から採用を検討する企業	新卒・転職者のスクリーニングプロセスに関する課題	海外人材の採用を増やしていく必要性は感じているが実施できていない。海外人材に魅力をどう伝えるか（A社） 海外人材を採用しているがほとんどは日本の大学の学生でビジネスレベルでの日本語が必須（B社） 定量的なスコアでクイックな判断ができることはリクレーターへの負荷が下がるので良さそう。カルチャーマッチなどは面接で見るポイントなので、最初のスクリーニングでは不要（C社）
	転職希望者の能力データの信憑性・有用性の課題	社風ややりがいのマッチ度をどう評価するか。無駄な面接はなるべくしたくない。（A社） 職務経歴書では同じ職種の専門家でないと、優劣が判断しづらいため、可視化されたスキルは有用性が高い。一方で、候補者の転職への本気度などは事前に知りたい（D社） スキルの透明性があるのは良い。一方でジョブホッパーなどはどんなにスキルが高くても、採用しづらい要件もある（E社）
	国外からの転職希望者の個人データの取り扱い、本サービス利用の費用感	国内のサービスにおいても利用時のセキュリティチェックなどの負担が重い中で、海外個人情報を取り扱うサービスの導入には時間がかかる（D社）
海外教育機関	デジタル領域の教育の現状と、労働市場との接合部分におけるデータ活用	海外でどの程度の能力をもったデジタル人材が必要とされるかを教育機関である大学は保有していないという意見をいただき、ESCO基準をもとに人材要件定義を定量化し、教育と紐づけることは有用である（教育機関A）
	日本企業の就職へのボトルネック	データサイエンスなどを学んでいる学生の多くは、海外大学に留学するか、外資系コンサルティングファームへの就職を目指すため、日本企業への就職意欲は低い。これは言語の問題が大きい（教育機関B）
転職者・転職希望者	日本企業の就職意向とボトルネック	アンケート実施
	個人情報保護に対する意識	アンケート実施
ESCO関係者	ESCO基準を応用したスキルの定義詳細化における経済合理性や不正改ざんリスクを勘案して、どの部分をどのように検証すればいいのか、今後の課題を明確にする。	国際会議での議論の機会を検討中

5.1. 実施概要

5.1.2. 実施内容・手法：ガバナンス整理

ガバナンス・ルール策定に向けて以下の内容を実施した。

ガバナンス・ルール策定概要	実証期間で実施した内容・実証期間後に実施予定の計画
採用マッチングにおけるデータ標準化	<ul style="list-style-type: none">• ESCO・EQF²に基づく評価指標についての企業及び大学との合意形成（2023年7月）• ESCO・EQFに基づく評価指標についての妥当性評価（2023年12月）• ESCOに基づいて作成したプログラムの成績及びGROW360³のデータをマッチング関数に投入し、転職者と企業のマッチングを実施（2024年1月）• 実際に面接などを行い、標準化されたデータ及びマッチング関数へのフィードバックを得る（2024年2月）• フィードバックを元に成績基準及びマッチング関数を更新（2024年4月）• 検証がうまく行った場合、検証済みの基準をもとに、新規で導入する講座に対するESCO基準の適用ガイドライン整備（2024年4月）
国際間での採用マッチング検証 (ベトナム人学生と日本企業)	<ul style="list-style-type: none">• ベトナムの個人情報保護に関するレギュレーションについて、関係者で意識合わせを行い、準拠する形でのデータ移動について検討する（2023年7月）• 上記の検討結果に従って国際間でのマッチングのための開発をおこなう（2023年8月～2023年12月）• ベトナムの大学において、講座を提供し、標準化された成績を使って能力をデータ化（2023年10～12月）• 情報の複合化及び開示・削除などを本人の管理下におき、本人以外が情報を閲覧できない状態で、ベトナムの学生と国内の企業間において、秘密計算によるマッチングを行う（2024年1月）• データを暗号化し、分割した上でパブリックブロックチェーンとデータベースに格納（2024年度中）

² ESCOとは欧州の労働市場における職種、スキル、行動特性を定義・分類したもの。また、EQFとは欧州各国の資格のレベルを標準化したもの

³ GROW360とはInstitution for a Global Society株式会社が開発する、360度評価システムであり、AIによるバイアス補正によりコンピテンシーおよび気質を測定するツール

5.1. 実施概要

5.1.2. 実施内容・手法：コミュニティ形成

コミュニティ形成に向けて以下の内容を実施した。

コミュニティ形成目的	<ul style="list-style-type: none">国際間での採用マッチング検証
参加者	<ul style="list-style-type: none">国内採用企業教育支援機関（FTU）とFTU（ベトナム人）の学生教育機関（慶応大学経済学部フィンテック研究所）弁護士
コミュニティで実施した事項（実証期間中）	<ul style="list-style-type: none">教育コンテンツの提供者（慶応大学経済学部フィンテック研究所）、教育支援機関（FTU）、新卒・転職候補者（FTU）とのコンテンツ内容、データ化などのすり合わせ（7月）国際間のデータ移転に関する勉強会（8月）レギュレーションに準拠したデータ移転システムの検討データ移転システムに関するベトナム政府のレビュー及びフィードバックフィードバックに基づく要件定義
コミュニティ組成に向けて実施した事項（実証期間中）	<ul style="list-style-type: none">コミュニティ参画者の呼びかけ・調整（6月）コミュニティルール(実施目的・会議体等)の整備（7月）要件定義に基づく、プロトタイプ制作及び検証（2023年8月～2024年1月）データ移転システムの開発（2023年8月～2024年1月）
実証事業終了後に取り組む事項	<ul style="list-style-type: none">各国へ横展開に向けたサービス導入にかかるガイドライン整備（2024年4月以降）

5.2. 実証検証結果

5.2.1. 検証結果 (1/3)

検証結果として、実証実験において設定した論点に対する結果の考察を以下の表でまとめる。

観点	明らかにする論点	検証結果	結果に対する考察
ビジネスモデル	1 採用事業者が求職者に求める能力は何と想定すべきか	本実証に参加した採用企業のフィードバックから、ソフトスキルとハードスキルが定量的に可視化されている能力指標は画期的で有用であるとのコメントを頂いた。しかしながら、現在日本企業では国際的人材の日本語能力はビジネスコミュニケーションにおいても必須であり、その能力の可視化や、またソフトスキルの定量スコアの元となるより定性的な経験などの情報も追加すべきであるとのコメントを頂いた。	ソフトスキルとハードスキルを定性的に分析して作成した能力スコア自体が真新しい概念であるため、実際とのマッチングが進んだ後に、 事後的に相応しい能力スコアの構成であったかなどの分析 をすることが今後重要になってくると考えている。
	2 採用マッチングシステムの採用企業における有用性	採用マッチングシステムを使うことで、求職者の個人情報扱わなくてよいこと、能力ベースでオファーを出すことは画期的であるというポジティブな意見も頂いたが、一方で日本語能力を重視しているため、日本語スキルの可視化や、海外人材が企業文化に合うかを見極めるためには、データだけではなく、インターンなどの実践での見極めも不可欠というフィードバックも頂いた。	採用マッチングで求職者の情報を閲覧するだけで直接採用に結び付くのは、まだ当面難しい と感じている。しかしながら、大量の人材をスクリーニングする際には、これまでの履歴書を読むだけのスクリーニングよりも より高い精度でスクリーニングすることに繋がるなどの有効性は感じられ、今後ともビジネスニーズに合うマッチングシステムの使い道を模索していくことが重要 であると考えている。
UX/UI	1 採用事業者の応募～採用までの業務に則ったアプリ画面をどうすべきか	採用マッチングシステムの採用企業における有用性 採用事業者が適切に自社にとって魅力的な求職者を選別し、簡易的にオファーを求職者に送信できる業務フローを整理し、採用企業用のダッシュボードを構築した。実証実験を通じて採用企業に実際に使っていただいた結果、標準化された能力データから対象者を抽出する仕組みは魅力的であるとの回答を得た。一方で、海外人材の方が日本人材よりもミスマッチの発生する可能性が高いと想定される中で、簡易的なプロセスに一定の不安は存在する、との回答も得た。	基本的なUX/UIの路線としては大きくビジネスニーズからそれていないことを確認できた。一方で、 海外人材を獲得する際の様々な懸念もフィードバックで頂いたので、ニーズを取り入れながら今後もUX/UIの改善をしていくことが必要 と考えている。

5.2. 実証検証結果

5.2.1. 検証結果 (2/3)

検証結果として、実証実験において設定した論点に対する結果の考察を以下の表でまとめる。

観点	明らかにする論点	検証結果	結果に対する考察
機能と業務の適合性	1 情報を秘匿化したまま求職者と採用事業者のマッチングをどのように実現すべきか	暗号化された学習データと暗号化された重みを秘密計算を応用することで掛け合わせて、個人情報を開示することなく求職者の能力データを算出し、採用事業者との適切なマッチングを実現した。	本実証では、開発工数も鑑みて実際にはIGSが変わりにデータの暗号化を行っていた。本実証で作成したスマホアプリ設計書に基づき、今後は実際にユーザーが学習歴の暗号化を行うことになるが、鍵管理などのオペレーションが難しい点もあるため、今後とも適切なデータ管理を簡便に実現する方法を模索すべきと考えている。
	2 企業が求める人材とのマッチングをどのように実現すべきか	企業は散布図上で適切な年収ラインと相対的な能力スコアの比較で、獲得したい求職者を選別し、オファーを送付できる仕様とした。さらにその際、個人情報は一切閲覧できず、オファーを受領したユーザーの返信によって、マッチングが成立する仕様とすることで、国外人材の個人情報の取り扱いコストを削減することを実現した。	散布図で全体的なレベル感をは比較できることは有用であるという実感を得た。一方で本実証に限り、メールを利用してコミュニケーションとなったが、個人情報保護の観点から、今後はサービス内のチャット機能でコミュニケーションを取る仕様を考えており、この設計も引き続き検討する必要がある、と考えている。
	3 プラットフォーマーを介さずに個人情報の保護、個人が情報の開示や削除、開示制限といったデータのコントロールを実行することができるためにはどうすべきか	プライバシー保護の安全性が担保されるような仕組みを組み込んだスマホアプリ設計をすることとした。	スマホアプリ設計において、ブロックチェーンとリレーショナルデータベースに学習歴を暗号、分割化して格納できる仕様を設計したことで、個人でのデータコントロールは実現できると考えている。
	4 ESCO基準を応用したスキルの定義詳細化	実証参加の採用企業からもハードスキルのみならず、ソフトスキルを国際的な標準化データに基づいて定量的に可視化することは、画期的であり将来的な有用性を見込めるというコメント頂いた。	ESCO基準自体を日本の国内採用企業用に落とし込んだデータの標準化は一定の有効性があると考えている。今後は実際にベトナム以外の国々でも展開していくことを考えており、より幅広いデータを標準化していくことを引き続き検討していく必要があると考えている。

5.2. 実証検証結果

5.2.1. 検証結果 (3/3)

検証結果として、実証実験において設定した論点に対する結果の考察を以下の表でまとめる。

観点	明らかにする論点	検証結果	結果に対する考察
必要な規制・ガイドライン対応	1 海外から移転される個人情報保護規制への対応をどうすべきか	システム要件を洗い出し、ベトナム個人情報保護規定への適応可否及びリスク影響評価分析を実施し、レギュレーションに則ったシステム及び業務フローを構築した。	ベトナム当局自体が、個人情報保護規制の新方針を打ち出したものの、実際の規制指針が示されておらず、現時点では、弁護士などの専門家とリスク影響評価を正しく実施し、予防的に個人情報を正しく守って事業を進めるとすることが必要と考えている。
ガバナンス・コミュニティ	1 採用マッチングにおける標準化データの利用	本実証では、講座の対象生徒が大学三年生を中心としていたこともあり、即採用という形には至らなかった。しかしながら、ハードスキルのみならず、ソフトスキルにおいても国際的に使われている基準を活用して定量的に判断できる仕組みは、採用におけるスクリーニングやインターン生の選別などにおいても有効であるというフィードバックを頂いた。	標準化データを利用することで、今まで多様な人材をどのように評価すればいいのか難しかった点が、ある程度定性的に評価できるようになったことは、将来性が高いと考えている。
	2 国際間での採用マッチングにかかるルールの策定	ベトナムからさらなる東南アジア全域や世界展開でのルールの策定に関しては、専門機関にヒアリングを実施したものの、現時点では国際間でのルール作りはきちんと整備されておらず、今後もそのような法整備に注視しながら、現時点では各国ごとの個人情報保護規制に則って事業を展開することが妥当と判断した。	現時点においては、EUのGDPR規制のように、東南アジア全域では個人情報保護規制の足並みは揃っていないように感じる。いきなり全世界でルール設定をするのはハードルが高いため、 まずは人材マッチングが増えるであろう東南アジアでの展開目指すにおいては、各国の規制を鑑みてサービスを展開する必要があると感じている。

7. 実証終了後の社会実装に向けた実現案と 今後の見通し

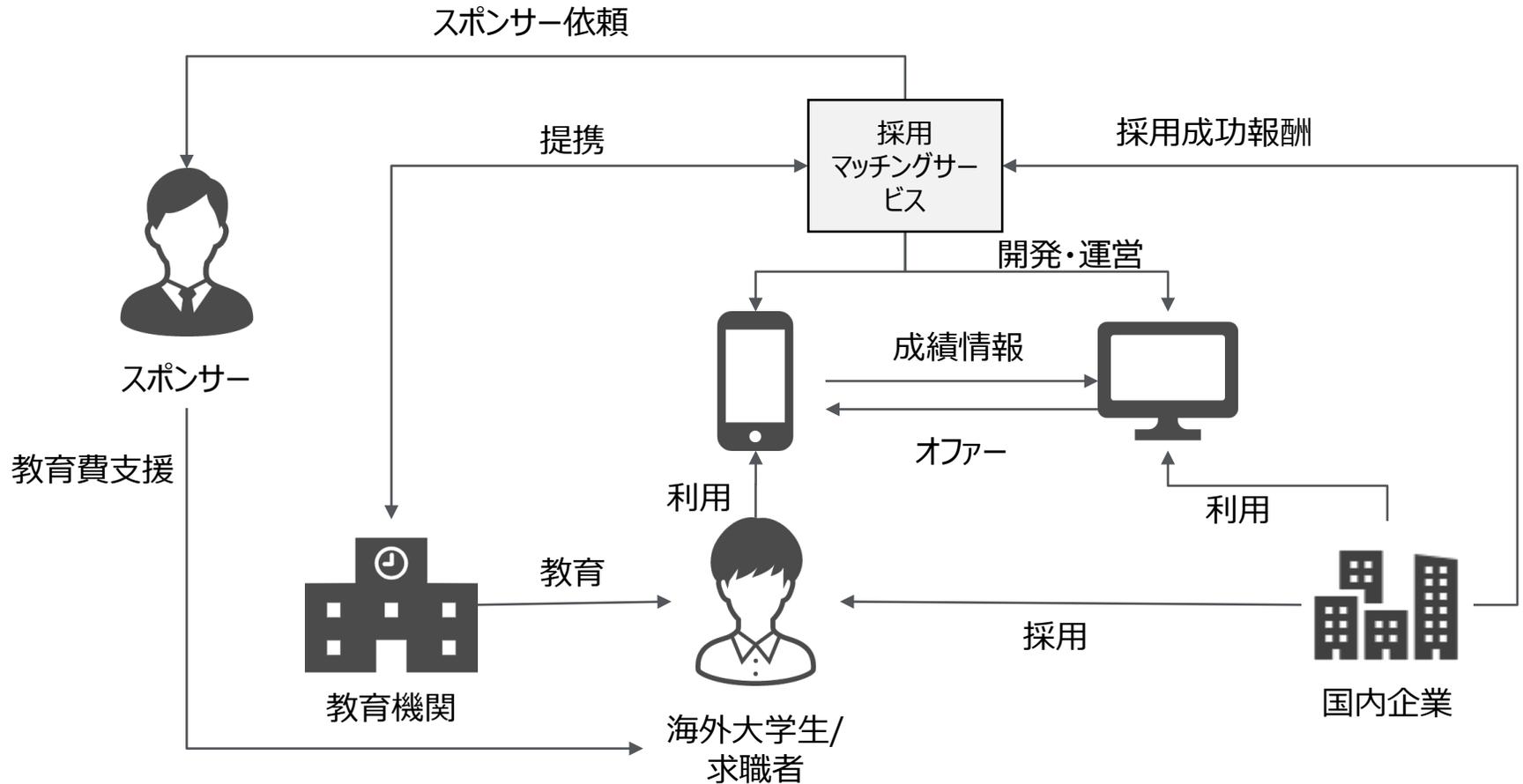
7.1. 残課題対応方針一覧

No.	残課題（指摘事項含む）	対応方針
1	分散型ストレージを活用しながら、個人によるデータの削除を担保する方法について	<ul style="list-style-type: none">• 本実証では、学習歴が改ざんされない状態で記録する、という透明性の観点と、学習者自身が望まない学習歴を削除できる、という個人データ管理の観点から、ブロックチェーンとデータベースでのデータ管理を選定した。• しかしながら、元来ブロックチェーン技術を用いたデータの透明性を訴求するのであれば、データストレージ自体も分散型ストレージであることが望ましく、分散型のシステムを利用しても、データの削除を行うことができる技術要件については、引き続き検討していく。
2	教育分野における正しい学習歴のデータ活用方法のルール設定について	<ul style="list-style-type: none">• 個人情報データのデータ管理に関しては、GDPRをはじめとして国際的なルールメイキングを進んでいる。• 一方で個人のスキルをはかる元になる学習歴などのデータに関しては管理方法が確立されていない。• 現時点において、教育業界でフレームワークとして定まっている学習データの管理方法をリサーチしながら、適切な学習歴データの取り扱いについて引き続き調査していく。
3	入力データの信憑性や、能力データ標準化が正しく行われているかについて	<ul style="list-style-type: none">• 本実証では、求職者側が学習データはブロックチェーンにも記録するという設計をしており、個々の一定の信憑性は担保できる。• 一方で登録企業側のなりすまし対処など幅広い意味でのデータの信頼性を担保する方法は今後検討が必要である• また集積される学習・能力データの標準化に関しても、どのようにステークホルダーを巻き込んで標準化を行うかはさらなる検討が必要

7.2. 将来的なユースケース実現モデル

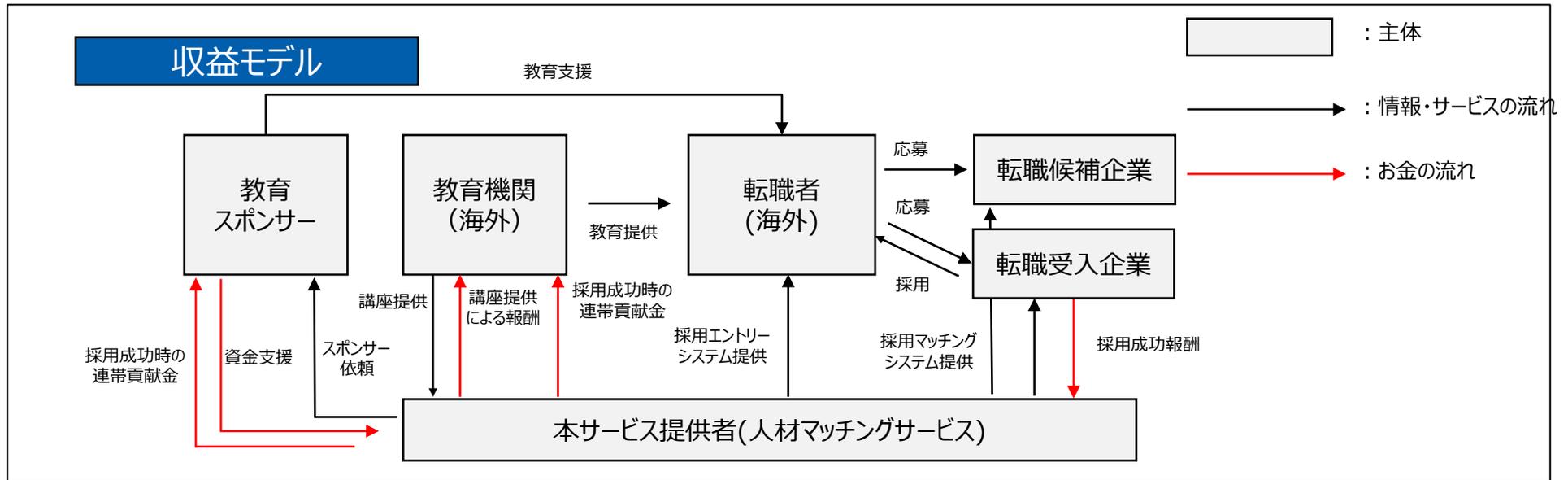
7.2.1. ビジネスモデル案 (1/2)

ビジネスモデルの全体概要図は以下の通り。



7.2. 将来的なユースケース実現モデル

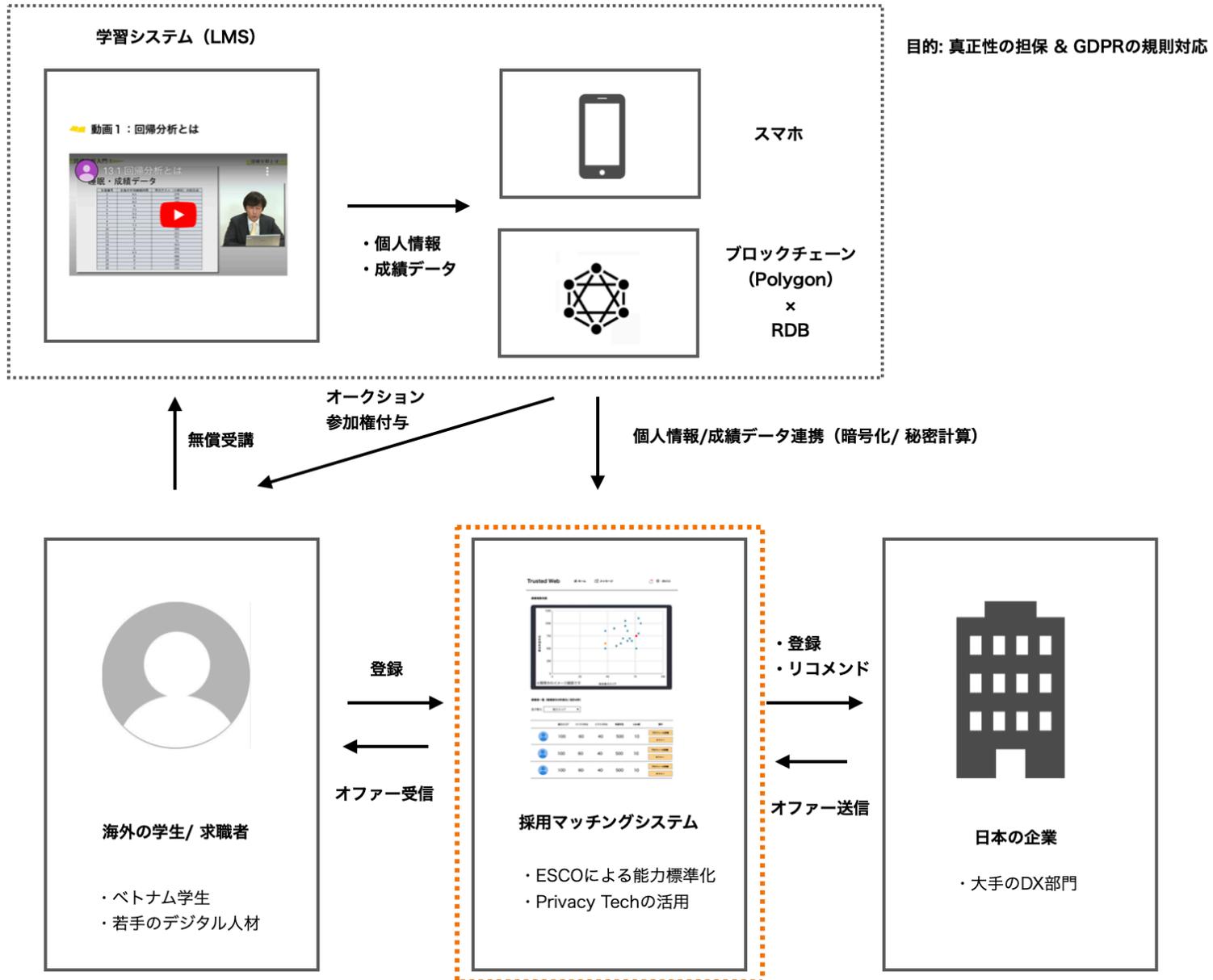
7.2.1. ビジネスモデル案 (2/2)



論点	実証事業での取組・わかったこと	課題・対応方針
【ビジネスモデル】 持続可能なエコシステムを実現するためのビジネスモデル・収益モデルは実現できるか	教育機関：教育機関としても、教育による人的資本増加分がきちんとリターンとして帰ってくる構造は持続的な教育提供方法と魅力的であり、民間サービスだけでなく、大学との連携でも有用ということが判明した。 転職受入企業：実証を通じて、採用成功報酬20%程度あれば、受け入れ企業も採用報酬として支払うことが可能であることが分かった。	(本実証の対象外ではあるが)教育プログラムの普及に向けた取組を進めていくこと 企業にわかりやすいマッチングシステムのUX/UIの磨きこみと 転職者が情報入力しやすいアプリの整備
【参加者巻き込み】 エコシステム実現に向けて適切なステークホルダーを参加させる仕組みができていないか	教育機関：日本へ労働供給を増やす教育提供ニーズは高いため、連携に対する感度は高く、大学以外のプライベートサービスとも連合が広がりそうである。 転職者：日本企業に就職するためのスキル教育を無償で受けられることはニーズが高く、FTU以外の大学とも連携して教育提供機会は広がりそうである。 転職受入企業：海外人材採用を客観的な能力スコアを元に勧められることは、将来的には重要であり、今後もこの仕組みに参画いただける企業は広がりそうである。	教育機関・転職受入企業への呼びかけを継続的に実施

7.2. ユースケース実現案

7.2.2. アプリ・システム案



7.2. ユースケース実現案

7.2.3. ガバナンス・ルール案

ステークホルダー事ガバナンスルール案は以下の通り。

ガバナンスルール案全体は、報告書詳細版を参照。

ステークホルダー	項目	ルール
教育機関	採用マッチングにおける標準化データの利用	能力データの提供において正確性と信頼性を確保する責任があります。ESCO・EQF（注1）に基づく評価指標を定め、それに従った講座作成及び評価を行っていくことが求められる。 また、学習データの適切な管理を行うことが求められており、学生のプライバシーを尊重し、個人データの保護に取り組む。
採用企業	国際間での採用マッチングにかかるルール （ベトナム人学生と日本企業）	求職者の属性や過去の経歴ではなく、学習データから算出された能力に基づいて採用活動をスタートする。 採用プロセスにおいては、求職者の同意を得た情報のみを使用し、目的外での情報利用を禁止すること。 また、情報開示期間を限定し、適切な開示範囲を設定すること。 海外人材を受け入れるための社内体制や、マッチングにおける能力データ以外の情報の管理体制などは、現状企業の責任において整理をする必要がある。
求職者		能力データについては、教育機関による客観的な評価がなされる一方で、属性情報、スキル、希望年収、自己PR等の情報については自身の判断で正確かつ適切に提供する責任があります。 また、ブロックチェーン及びストレージに保管されたデータは個人の責任のもとに管理する必要があります。 データ提供の際に個人情報の利用ルールについて明確に同意する必要があります。 また、提供においては、転職者自身が鍵管理を行うことで、主体性を担保する。
政府機関 （ベトナム）		政府機関は国際的な労働市場の流動性を促進するために能力データの標準化や雇用ルールの整理を推進する責任がある。同時に、個人のプライバシー保護に関して、国際的なルールや規制を整理し、データの国境を越えた移動に関するガイドラインを策定する必要がある。 また、企業が海外人材を雇用しやすい仕組みの整備をしていく必要がある。 現時点で最新の個人情報保護規制に則ったプライバシーポリシーはこちら https://4447336.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/4447336/PrivacyPolicy_TrustedWeb_IGS.pdf

7.3. 実現に向けたアクションプラン・ロードマップ

タイムライン	マイルストーン	マイルストーン達成に向けて実施すること
◀ 2024年4月	採用プロセス結果のフィードバック	<ul style="list-style-type: none"> • 実証実験で実際に採用フローを進んだ学生に対する、結果のフィードバックを採用企業より得た上で、評価項目等の検討を行う
◀ 2024年6月	ESCO適用ガイドライン整備	<ul style="list-style-type: none"> • 教育機関向けにESCOをベースとしたスキルセットを提供するための講座作成ガイドラインを整備する
◀ 2024年10月	求職者向けネイティブアプリの構築	<ul style="list-style-type: none"> • データを暗号化し、分割した上でパブリックブロックチェーンとデータベースに格納するスマホアプリのリリース
◀ 2024年10月	採用マッチングシステムの構築	<ul style="list-style-type: none"> • 成績データを秘密計算によって能力値を算出し、希望年収とともに出力する • オークション理論により、オファー年収の最適化をはかるシステムの構築
◀ 2024年10月	社会実装	<ul style="list-style-type: none"> • 日本及び、ベトナムを初めとする東南アジアでサービスを提供

8. Trusted Web に関する考察

8. Trusted Web に関する考察

8.1. 求める機能やTrusted Webホワイトペーパーver.1.0の原則に関する課題と提言

対象	課題・示唆
2. マルチステークホルダーによるガバナンスの観点での個人の信頼性の評価と適切な処罰	個人が入力した様々な情報に対し、信頼性をチェックした後に、その主体の信頼性を評価し、データの利用範囲などを規制する仕組みが必要。具体的には、改ざんされた情報や、偽の情報を提供する主体の識別子をネットワークから排除したり、情報の信頼度をスコア化するなど。
3. オープンネスと透明性の観点でのBCとRDBの併用	学習データや個人情報などは、個人が開示したくない、破棄したい場合には、破棄できるようにするために、データの透明性は保ちつつも、削除できる権利を担保するために今回はデータをブロックチェーンとリレーショナルデータベースに暗号化、分割保存する事とした。しかしながら、ブロックチェーンの透明性と分散化の利点を最大限生かすために、分散ストレージを使いながらも、データの削除を実現することができるように、引き続き適切な技術スタックを検討する必要がある。

8. Trusted Web に関する考察

8.2. Trusted Web のガバナンスに関する課題と提言

対象	課題・示唆
ガバナンス第三階層における第三者による情報の信頼性の担保の課題	能力データの場合、信頼性は第三者ではなく、実際に採用を検討する企業によって判断されるべきと考える。その結果によって、能力データの基となる講座の提供や評価を行う教育機関の高度化や信頼性の向上に寄与すると考えられる。
ガバナンス第二階層におけるガバナンスの実効性を担保するために有効な取り組み	現時点においては、各国の個人情報保護規制に則ったフローを構築していく。海外人材雇用の流動性を高めるため、国際機関などにおいて標準化されたデータ移転ルールの作成や、企業が海外人材を雇用しやすい仕組みの整備をしていく必要がある。
ガバナンス第二階層におけるトラストフレームワークを作成するうえでプロセスにおける課題や提言	個人情報保護規制に関しては、ASEANの地域ではまだ足並みが揃っておらず、本実証を展開するベトナムでは、規制当局は、規制を強める姿勢を見せてはいるものの実際に規制の管理運用をできる体制は整っていないなど、国際間データ移転に関する運用基盤が整っていない。
ガバナンス第二階層におけるTrusted Webに概念に則ったガバナンスを効かせるための認定のメリットやデメリットについて	認定のデメリットとして認定を行う者に権力が集中することが挙げられる。講座の内容や成績評価の是非に関して認定を行ううえでは分散型組織のような、権力が集中しない形が望ましいと考えられる

8. Trusted Web に関する考察

8.3. Trusted Web のアーキテクチャに関する課題と提言

対象	課題・示唆
秘密計算によるブラックボックス化	プライバシー保護を担保するために、求職者のスキルを学習データと企業ごとの人材に求める思いを暗号化したまま、秘密計算によって、能力スコアとして出力している。そのため、求職者の職能スキルの妥当性を求められた場合でも、重みや学習データを開示することは出来ないため、能力スコア自体の蓋然性をどのように説明できるかは課題である。
マッチング後のフロー	秘密計算を使う事によって、個人情報秘匿したまま、採用企業とマッチングを行う事は可能である。しかしながら、そのあとに連絡手段等で求職者個人が特定されてしまう可能性はる。マッチング以降は、個人情報の開示に同意をもらったうえでやり取りするなどの対策は考えられるが、より個人情報の開示を少なくしつつ、やり取りができるフローや技術対応を模索する必要がある。
入力データの信頼性	<p>講座の成績データや標準化する能力データに用いる情報の信頼性は、現在学習者自身の性善説に委ねられている。ブロックチェーン上に記録を格納することで、学習者自身が記録したことがきちんと記録に残り、そういう意味での正しい記録を残す抑止力にはなり得ると考えている。</p> <p>しかしながら、教育機関から学習証明書などを発行してもらい、それをきちんと認証として使うなども、今後の対応としては検討すべきである。</p>

Appendix.

用語集

用語	内容
ESCO	欧州の労働市場における、職種、スキル、行動特性を定義・分類したもの。 出典： https://esco.ec.europa.eu/en
EQF	欧州各国の資格レベルを標準化したもの 出典： https://esco.ec.europa.eu/en/about-esco/escopedia/escopedia/european-qualifications-framework-eqf
GROW360	Institution for a Global Society株式会社が開発する、360度評価システムであり、AIによるバイアス補正によりコンピテンシー及び気質を測定するツール 出典： https://www.grow-360.com/ja

本実証で開発したシステムの第三者による再現可能性

システム・ライブラリ名	開発区分(新規・既存)	ライセンス取得有無(予定含む)	第三者による再現方法
教育スキルデータのデータポータビリティ向上のための暗号化提供コントロールライブラリ	新規開発 (特許出願準備中)	取得予定あり (ライブラリ提供)	弊社サービスの「教育スキルプライバシーテックライブラリ (スマートフォンアプリ版)」を購入することで、利用可能。 (ただし、秘密計算に関する機能は弊社の独自技術を使用しているため、公開することはできません。)
採用マッチングオークションシステムのアルゴリズム	新規開発 (特許出願準備中)	取得予定あり (SaaS提供)	弊社サービスの「ONGAESHI オークション基盤 SaaSサービス」を購入することで、利用可能。 (ただし、マッチングオークションに関する機能は弊社の秘匿技術を使用しているため、公開することはできません。)
教育スキルデータの分散管理	開発済 (特許取得)	取得予定あり (OEM提供)	弊社サービスの「ONGAESHI タレントスマホアプリ基盤」を購入することで、利用可能。 (ただし、データ暗号化分散機能は弊社の秘匿技術を使用しているため、公開することはできません。)