

**Trusted Web の実現に向けたユースケース実証事業
最終報告書 詳細版**

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

2024年3月15日
Institution for a Global Society 株式会社

目次

1. 背景と目的	4
1.1 背景・目的	4
2. 事業の概要	6
2.1 登場する主体と概要	6
2.2 現状の課題を解決する事業スキーム案	7
2.3 社会・経済に与える影響・価値	10
2.4 ペイン・ゲインの整理（Value Proposition Canvas）	12
3. 本実証事業における検証計画	13
3.1 実証事業で明らかにする論点への導出・経緯	13
3.2 本事業におけるスコープ	16
3.3 実施事項・成果物一覧	17
3.4 実施事項・成果物一覧	19
3.4.1 全体スケジュール	19
3.4.2 成果物の作成フロー	22
3.5 実施体制	23
4. 実証検証（企画・プロトタイプ開発）	25
4.1 実施概要	25
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	25
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および背景	28
4.2 Verify できる領域を拡大する仕組み	30
4.2.1 登場主体・要求事項整理	30
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	31
4.2.3 Verify するデータ一覧	33
4.2.4 データの暗号化・復号化の仕組み	34
4.3 合意形成・トレースの仕組み	35
4.4 企画・開発物	37
4.4.1 業務フロー	37
4.4.2 ユースケース図	38
4.4.3 操作画面（UI）	39
4.4.4 機能一覧/非機能一覧	40
4.4.4.1 非機能検討（リスク分析とセキュリティ対応方針）	43
4.4.4.2 非機能検討（大規模・商用・社会実装時の対応方針）	46
4.4.5 データモデル定義	48
4.4.6 実験環境	49
4.4.7 システムの構成要素	49
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）	51
5.1 実施概要	51

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	51
5.1.2	実証ユースケース概要・実施内容・手法	52
5.2	実証検証結果	56
5.2.1	検証結果	56
6.	調査検証	60
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	61
7.1	残課題対応方針一覧	61
7.2	ユースケース実現モデル	62
7.2.1	ビジネスモデル案	62
7.2.2	アプリ・システム案	64
7.2.3	ガバナンス・ルール案	65
7.3	実現に向けたアクション・ロードマップ	68
8.	Trusted Web に関する考察	69
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	69
8.2	Trusted Web のガバナンスに関する課題と提言	69
8.3	Trusted Web のアーキテクチャーに関する課題と提言	70
8.4	その他 Trusted Web に関する課題と提言	70
Appendix		71
用語集		71
本実証で開発したシステムの第三者による再現可能性		71

1. 背景と目的

1.1 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。

【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

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>

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、教育機会の提供をベトナムの Foreign Trade University と協力して実施した。

2. 事業の概要

2.1 登場する主体と概要

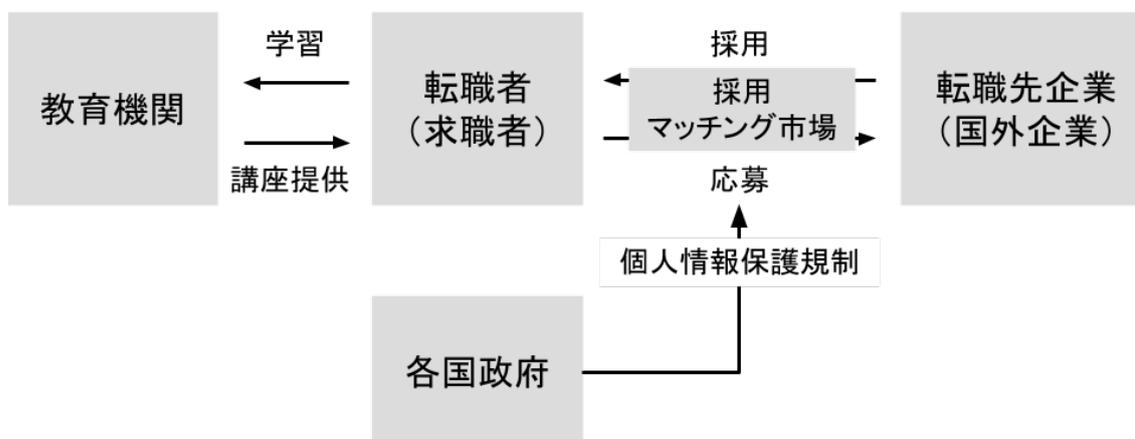


図 2-1-1 : 登場する主体と概要

- 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。
- 転職者（求職者）
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。
- 転職先企業（国外企業）
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（スカラ値）と希望年収から、面談オファーを送る。
- 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。

2.2 現状の課題を解決する事業スキーム案

各登場主体に関して以下のように現状の課題と解決策を整理する。

- 教育機関

[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。

[解決策]

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する。その結果、世界の様々なポジションの労働需給がタイムリーに閲覧できるようになるため、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明確になり、市場ニーズに応じた教育提供が可能となる。

- 転職者（求職者）

[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・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。

[解決策]

候補者が自身の意図で、個人情報および学習データの開示許可や削除を行えるようにし、プラットフォーム主導ではなく候補者主導でのデータ管理を可能とする仕組みを構築する。加えて、候補者の個人情報を、いつ誰に開示したのか確認できるといったトレーサビリティを担保、透明性を持った仕組みを構築する。さらに個人情報と成績データを BC と RDB に暗号化、分割保存する仕組みを構築することで、候補者主導の安全なデータ管理を実現する。また、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することができる。

- 転職先企業（国外企業）

[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。

[解決策]

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ることはできない。そのため採用候補となり得ない人材を含めた多くの職務経歴書などが送られてくることはなく、不要な個人情報の管理などが発生せず、管理コストが軽減される。また、プラットフォームを含め誰もが個人情報を閲覧することがない状態で、暗号化したまま、秘密計算に

より企業とのマッチングを実現することができるので、海外人材採用の際の個人情報データ管理の負担が軽減される。

- 各国政府

[課題]

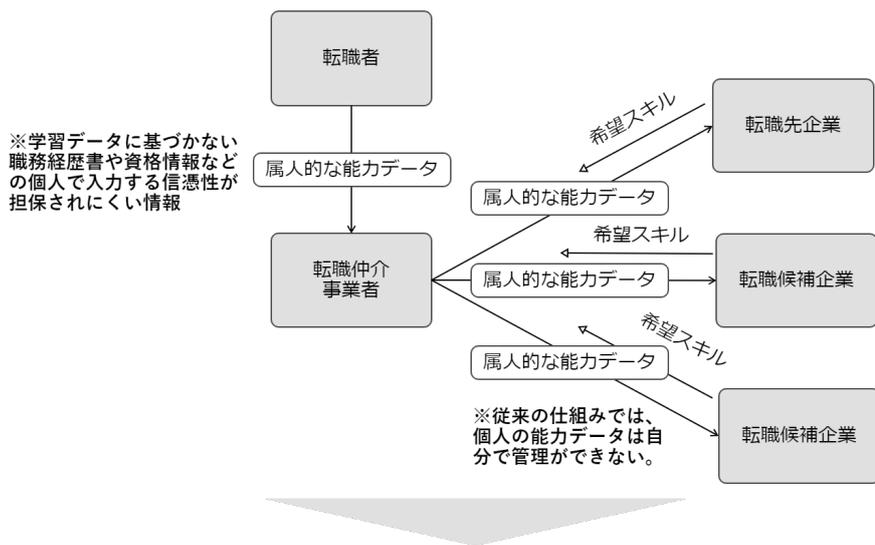
国際間の人材マッチングがより盛んになる中、現在は各国ごとに異なった個人情報保護規制を定めており、国際間の人材マッチングサービスに対して実質的な遵守をきちんと担保することができていない。

[解決策]

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する。

以下がその解決策をどのように講じるのかを示したスキーム図である。

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)

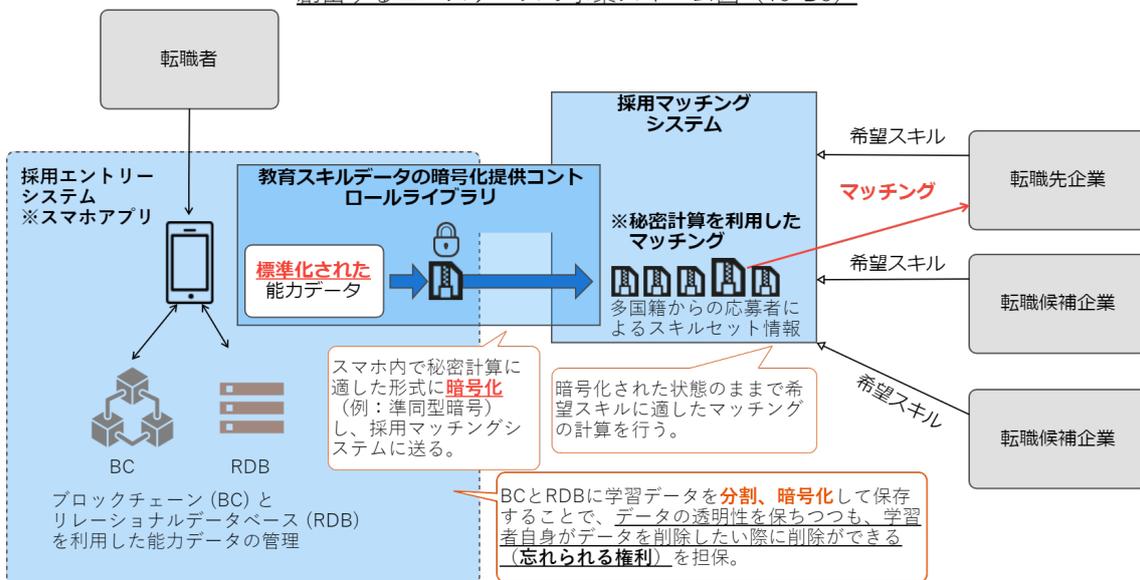


図 2-2-1 : 事業スキーム

2.3 社会・経済に与える影響・価値

【業界への影響や副次的な影響（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。

【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²。
 - 日本において今後必要となる海外からの高度外国人材の数は20,000人である³。
 - 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である。
 - 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

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、以下の図である。

² 厚生労働省、「令和3年度紹介事業報告書の集計結果（速報）」

<https://www.mhlw.go.jp/content/11600000/001078679.pdf>

³ 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

https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/pdf/miraitousi2017_sisaku.pdf

⁴ 経済産業省、「IT人材需給に関する調査」。

https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkokusyo.pdf

⁵ 経済産業省、「IT人材に関する各国比較調査結果報告書」。

https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11457937/www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/27FY/ITjinzai_global.pdf

⁶ 現在本実証のサービス展開時に想定している採用成功報酬割合

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人労働者は約 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 25.3%を占めている⁷。よって、ベトナムなどの人材が豊富な国に対して日本から先端デジタル教育を提供し、育成した先端デジタル人材を、人材不足の日本企業とマッチングする。この国際間のギャップを埋めることで、労働市場の国際間ギャップの課題を解決する。

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

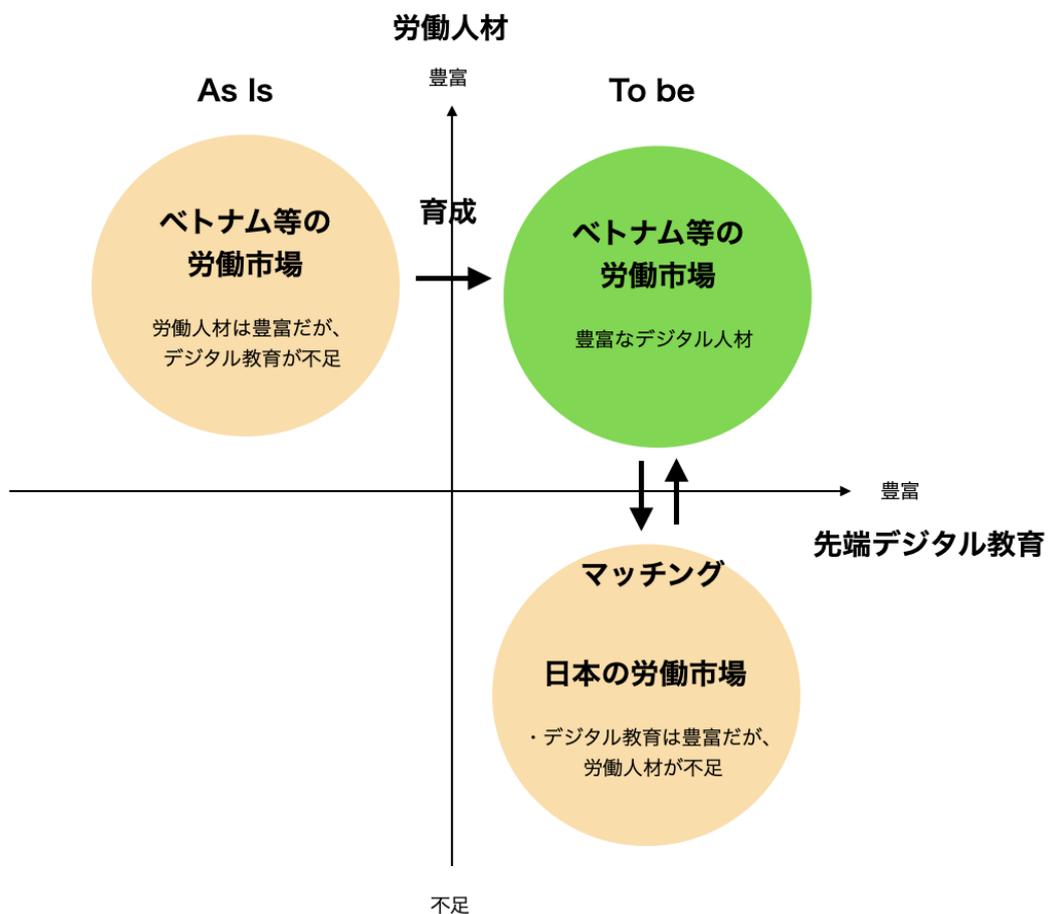


図 2-3-1 : 経済的・社会的インパクト

⁷ 厚生労働省. 「『外国人雇用状況』の届出状況まとめ【本文】（令和 5 年 10 月末時点）」
<https://jsite.mhlw.go.jp/tokyo-roudoukyoku/content/contents/001710188.pdf>

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

Value Proposition Canvas による顧客セグメント整理と、本事業が顧客に提供できる価値を整理した。ここでは、本プロダクトを利用する日本国内の採用企業目線での提供価値に関して整理を行った。

まず、日本国内に拠点がグローバルに事業を展開する企業においては、デジタル領域の人材不足や国際的競争力の強化が課題として挙がっている。その課題を解決するためには、デジタルスキルを持った人材であり、国際的競争力を高めるために言語や多様性の観点から海外人材を採用することが解決策の1つとなってくる。しかしながら、海外人材の採用には採用の際に海外からの個人情報の取り扱いが複雑であることや、海外人材自体の能力の把握が難しく、海外人材採用のハードルは高い現状となっている。そこで本事業における国際間マッチングサービスでは、データを秘匿した状態での人材マッチングを可能にし、さらに海外人材の能力基準を標準化する解決策を提案する。これにより、採用企業が客観的に人材能力を判断し、自社に合った適切な海外デジタル人材採用を従来よりも簡便に行うことができるようになる。

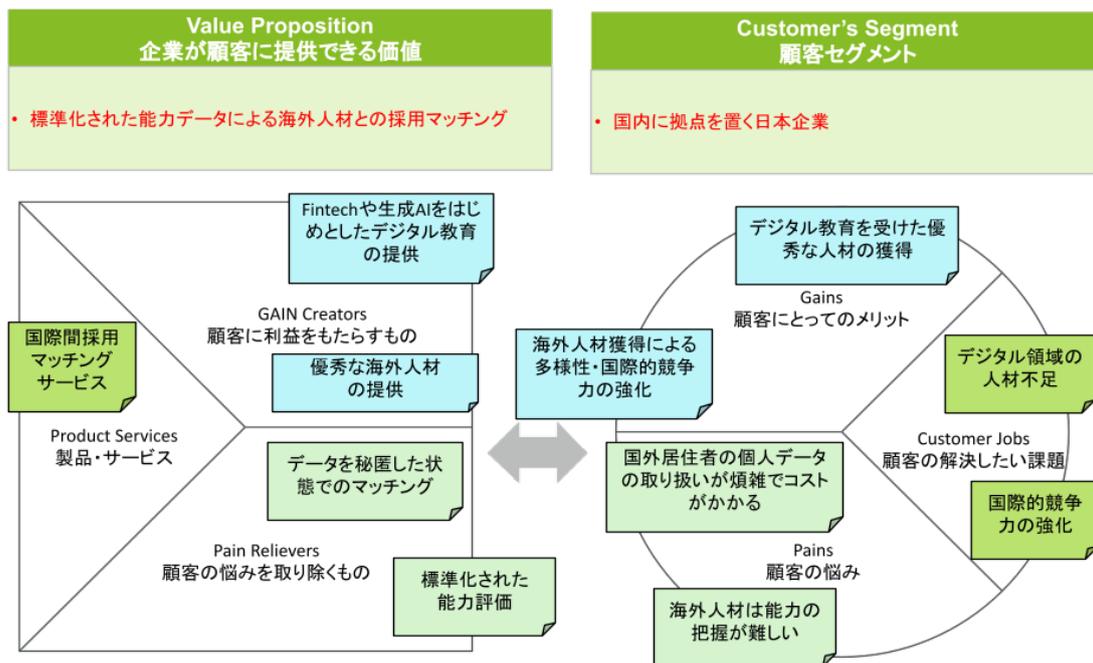


図 2-4-1 : Value Proposition Canvas

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

本事業を社会実装するためには、サービスのビジネスモデル、サービスの UI/UX、サービスを利用する際の機能と業務の適合性、必要な規制・ガイドライン対応、そしてサービスのガバナンス・コミュニティ構築の各観点に対して、論点を明確にし、検証を進める必要がある。

以下に観点ごとに、明らかにする論点、その論点設定の背景と論点解決に向けて検証概要をまとめる。

観点①ビジネスモデル

- 明らかにする論点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。
 - 論点設定の背景①
 - ◇ 本実証では、求職者の学習データをもと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。
 - 論点解決に向けた検証概要①
 - ◇ ヨーロッパや中東などの外国では、ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) と呼ばれる職業ごと、ポジションごとに必要なスキルを明確に定義した EU における能力の基準をもとに、既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する。そして採用事業者はその能力スコアがマッチングにおいて有用な情報であるかのフィードバックをもらう (4.1.1 で報告)。
- 明らかにする論点②：採用マッチングシステムの採用企業における有用性
 - 論点設定の背景②
 - ◇ 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。
 - 論点解決に向けた検証概要②
 - ◇ 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)。

観点②UI/UX

- 明らかにする論点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。
 - 論点設定の背景①
 - ◇ 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。
 - 論点解決に向けた検証概要①
 - ◇ 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範囲は、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。

観点③機能と業務の適合性

- 明らかにする論点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。
 - 論点設定の背景①
 - ◇ 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データ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。
 - 論点解決に向けた検証概要①
 - ◇ ベトナムの学生は、Fintech のスキルを身に着ける講座を受講し、その学習データは本実証で開発するシステムを通して暗号化される。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）。
- 明らかにする論点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。
 - 論点設定の背景②
 - ◇ 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。
 - 論点解決に向けた検証概要②
 - ◇ 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）。
- 明らかにする論点③：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。
 - 論点設定の背景③
 - ◇ 学習データ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。
 - 論点解決に向けた検証概要③
 - ◇ ブロックチェーンと RDB へ個人情報およ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）。
- 明らかにする論点④：ESCO 基準を応用したスキルの定義詳細は何とすべきか。
 - 論点設定の背景④

- ◇ 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。
- 論点解決に向けた検証概要④
 - ◇ 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、および 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）。

観点④必要な規制・ガイドライン対応

- 明らかにする論点①：海外から移転される個人情報保護規制への対応で気を付けるべき点はどこか。
 - 論点設定の背景①
 - ◇ 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は、日本における個人情報保護規制とどのような違いがあり、どう対応するかを検討する必要があると考えた。
 - 論点解決に向けた検証概要①
 - ◇ 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。ベトナムでは個人情報保護政令が現在更新される予定ではあるが、明確なガイドラインが定まっていない。そのため西村あさひ法律事務所支援のもと、ベトナム公安省所定の書式で定められた Data Protection Impact Assessment（DPIA）を行い、影響評価の対象となるポイントの対応策を検討する（4.1.1 で報告）

観点⑤ガバナンス・コミュニティ

- 明らかにする論点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。
 - 論点設定の背景①
 - ◇ 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。
 - 論点解決に向けた検証概要①
 - ◇ 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）。
- 明らかにする論点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。
 - 論点設定の背景②
 - ◇ 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。
 - 課題解決に向けた検証概要②
 - ◇ ベトナムの個人情報保護規制については、専門の西村あさひ法律事務所に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

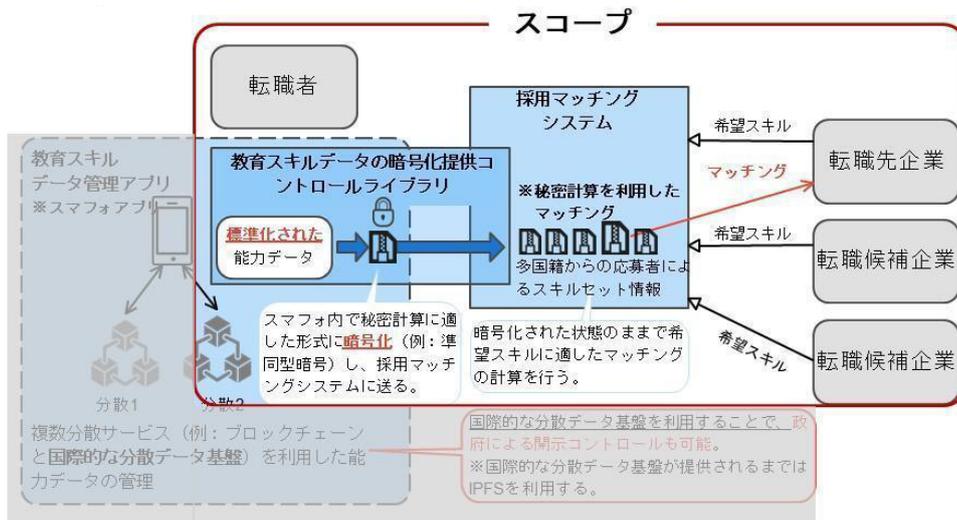


図 3-2-1 : 本事業におけるスコープ

標準化された能力データを暗号化し、秘密計算を利用することで安全な形で世界の誰もが利用可能にする。その結果、国際間でのマッチング精度を高め、労働流動性を上げる。

3.3 実施事項・成果物一覧

本事業では、①[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、②[設計]BC・RDB に保存されたデータをスマホで復号化する機能、③[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、④[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、⑤報告書取りまとめを実施した。

① [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

本ユースケースでは、学習者個人が学習データを管理できる仕組みを構築するために、ユーザーニーズから要件を整理した。その結果、簡便に学習者個人がデータを管理する方法として、自らのスマホでデータを暗号化し、BC/RDB に分割して安全に格納することが最適と判断し、その要件をもとに設計書を作成した。

② [設計]BC・RDB に保存されたデータをスマホで復号化する機能

本ユースケースでは、BC/RDB に分割・暗号化して保存された学習データを、閲覧もしくは採用マッチングに利用する際に一旦復号化することを想定して、要件を整理した。そしてその要件をもとに設計書を作成した。

③ [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

本ユースケースでは、学習者個人が同意の下、復号化したデータを再び暗号化して、採用マッチングにてデータを利用することを想定して、要件を整理した。そしてその要件を実証においては、Web アプリを開発して実際のデータの暗号化とマッチングシステムへのデータ送付を行った。また、将来的なサービス展開を想定して、上記の機能をネイティブアプリで実装することを想定し、ネイティブアプリの設計書を作成した。

④ [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

本ユースケースでは、暗号化された個人の学習データを、国を跨いだ採用マッチングに利用することを想定している。そのため秘密計算を使うことで個人の学習データを秘匿化したまま、個人の能力データ（スカラ値）を算出し、散布図上で採用企業が候補者を選定できることを想定し、要件を整理した。そしてその要件をもとに Web アプリを開発した。

⑤ 報告書取りまとめ

本ユースの報告書を作成した。

表 3-3-1 : 実施事項・成果物一覧

実施項目		具体的な作業内容	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信	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

3.4 実施事項・成果物一覧

3.4.1 全体スケジュール

	2023							2024		
詳細	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
[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										
[国際間での採用マッチング検証]										
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										
弁護士のレビューおよびフィードバック										
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]										

[[Web 開発]スカラ値を受け取り秘密計算 で対象者を抽出する機能]										
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										

図 3-4-1 : 全体スケジュール

3.4.2 成果物の作成フロー

月次進捗会議ではユースケース担当委員と、秘密計算（鍵管理方法）と学習データの暗号・分割化保存方法にかかる方針についてすり合わせを行った。秘密計算における鍵管理方法については、8月に協議を行い、検討の方向性について合意したのちに9月に個人主権を重視するアーキテクチャー案を採用する方向として最終化を行った。

学習データの暗号・分割化保存方法については、11月から12月にかけて担当委員の先生方と協議させていただき、ビジネス要件やユーザーニーズに基づいて整理をしたうえで、BCとRDBに暗号・分割化保存をするという方向で合意した。

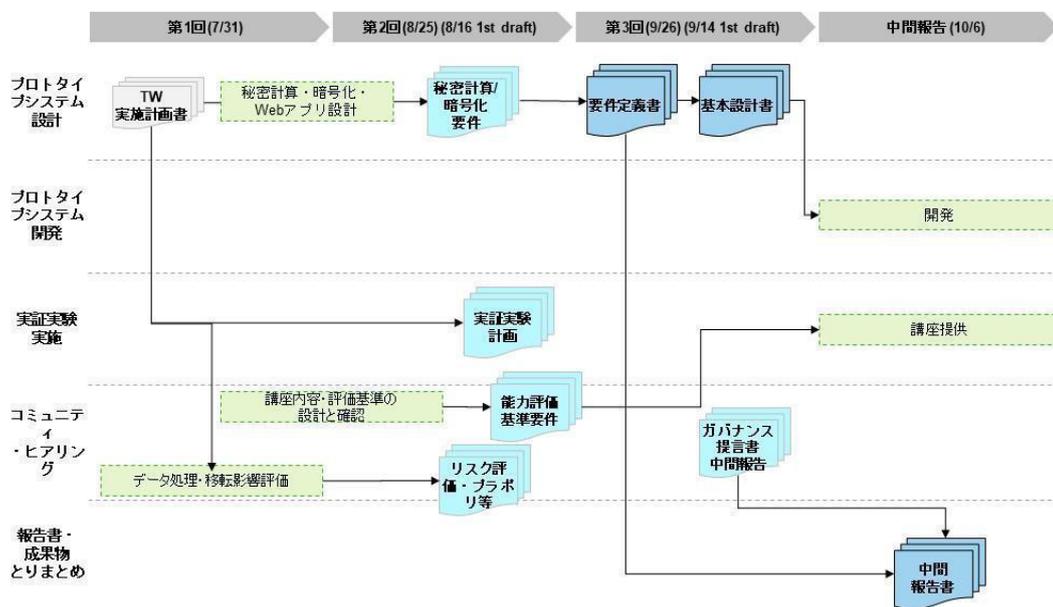


図 3-4-2(a) : 成果物作成フロー（前半）

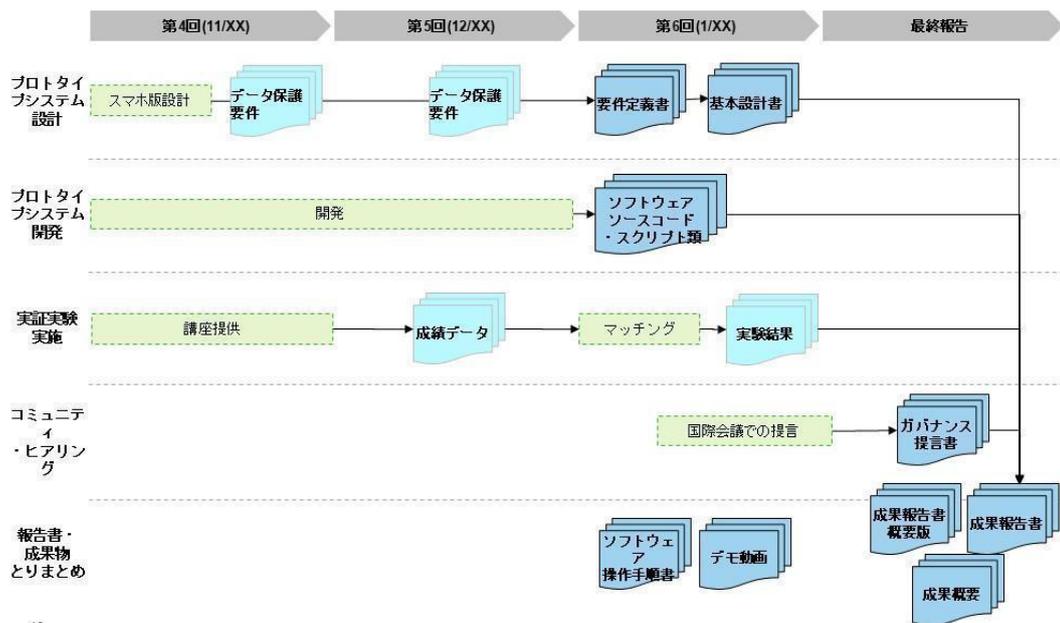


図 3-4-2(b) : 成果物作成フロー（後半）

3.5 実施体制

本実証事業は、コンソーシアムで行い、講座作成の役割を應義塾大学経済学部附属経済研究所 FinTEK センターに委託し、Foreign Trade University から講座に参加したい学生・若手社会人を集めてもらうことで、講座提供を実現する。

また、要件定義、設計、開発に関しては、株式会社サーキュレーション、EAGLYS 株式会社、株式会社 PlayDot に作業分担を委託することで、効率的なシステム開発を実現する。

また、個人情報保護整理においては、西村あさひ法律事務所に委託することで、ベトナム法に準拠したサービスの担保を実現する。

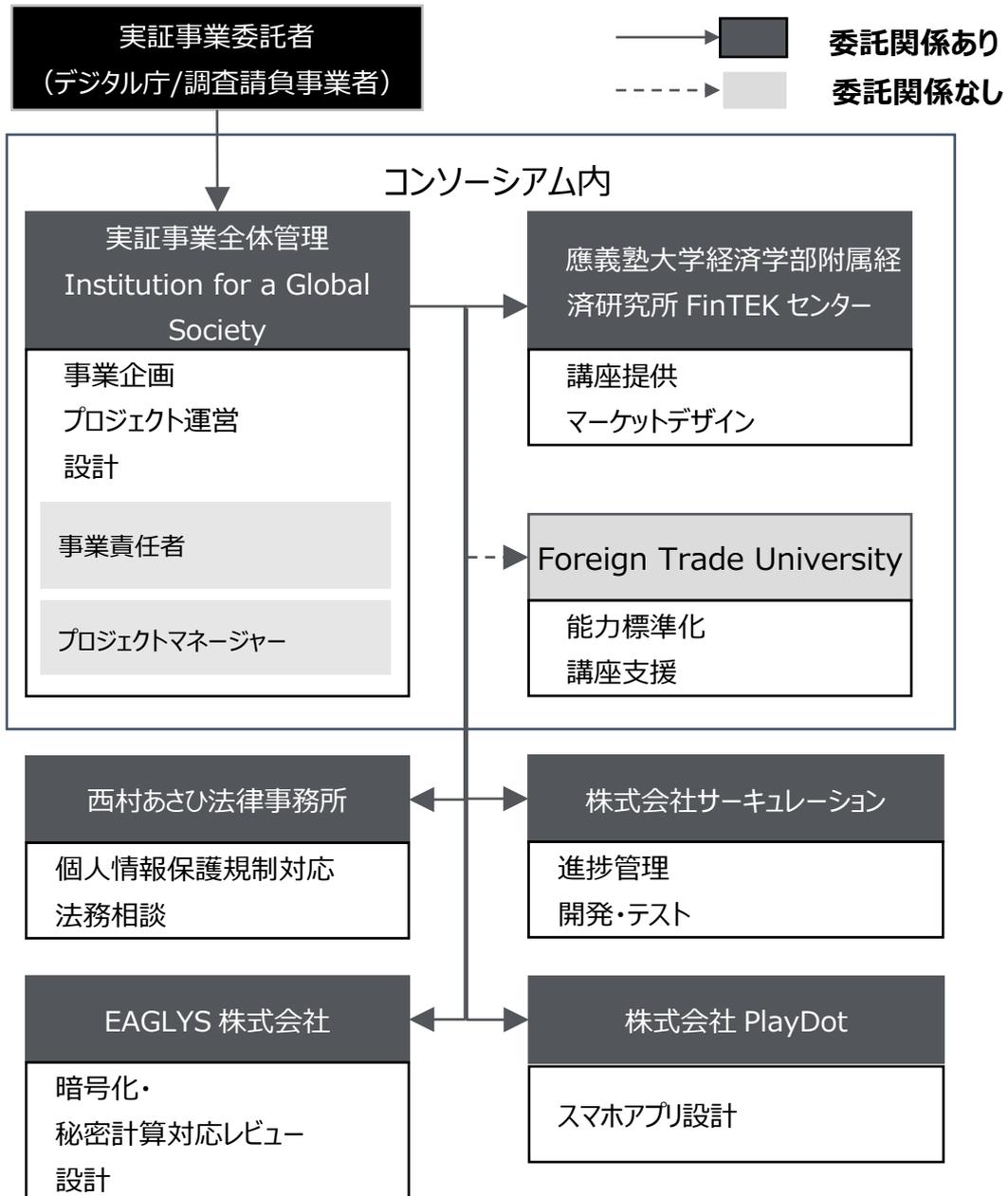


図 3-5-1 : 実施体制

4. 実証検証（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

企画・プロトタイプ開発に関わる実証では、大きくビジネスモデルのニーズの確認、ユーザーアプリのUX/UI、機能と業務の適合性、必要な規制・ガイドライン対応といった観点で論点設計を行った。以下具体的論点と、検討結果（経緯）について記載する。

論点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。

→ 検討結果とその経緯：ヨーロッパをはじめとして中東など外国では、既に ESCO（European Skills, Competences, Qualifications and Occupations）と呼ばれる職業ごと、ポジションごとに必要なスキルを明確に定義した EU における能力の基準をもとに、求職者能力を評価している。職業横断的に普遍的な基準での求職者の能力者評価を測れる国際的基準としては、ESCO 基準が先行しており、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にはこちらの基準に沿って能力を判断することが適切と考えられる。

そのため、本実証では、ESCO 基準をもとにして、テストの結果から算出される知識などのハードスキルだけではなく、コンピテンシーなどによって定義されるソフトスキルを出力した能力スコアを作成した。また、企業の判断でハードスキルとソフトスキルの比率を変更することができる仕様とした。これにより各社のニーズに合った人材とのマッチングを行うことができる。

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いただいた。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もと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いただいた。

論点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。

→ 検討結果とその経緯：本実証においては、個人情報を取り扱わないまま、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ことが求められる。前述要件を踏まえて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、複数の採用企業に実際にシステムを使っていただき、フィードバックをいただいた。フィードバック結果を整理すると以下ようになる。

評価された点としては、海外の優秀な人材とのマッチング機会があることが重要であり、一部追加で必要な情報はあがるが、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。また、従来海外人材の採用においては、個人情報管理のコストが発生していたので、個人情報を最初から取り扱わない仕組みも、セキュリティの観点から良いと感じる。

一方で課題として指摘された点としては、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、能力スコアと希望年収などの限られた情報のみでマッチングを行う簡易的なプロセスに一定の不安は存在する。日本で働く際には日本語が優先されるため、日本語スキルが分かる

ことなどが前提となる。

論点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。

→ 検討結果とその経緯：求職者にとっては、学習データは個人情報にあたり、特に採用に際して国外企業に提供する際には、個人情報保護規制の問題から、データを秘匿化しておきたい。さらに採用事業者にとっては、求職者が自社にマッチしている人材かについて、学習データに企業独自の重みを掛け合わせることで、マッチング度を見たいが、その重み情報は秘匿化しておきたい。

その結果、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。

また、秘密計算を利用した場合の能力データ算出の確からしさについても、同一のデータに対する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、検定を行った。その結果、各データセットの変化率の平均は 0.17%、95%信頼区間は 0.14%~0.20%となり帰無仮説を棄却できなかった。一方で各データセットの順位相関は 0.99 であることから、実務的な利用においては影響がないと想定されるが、引き続き精度の向上と検証を続けていく。

論点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

→ 検討結果とその経緯：本実証では、求職者の能力スコアに基づいて、企業が魅力的な人材を探し出すという従来にはない採用マッチングのフローとなっている。そのため、企業側として判断を助けるために、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。

論点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

→ 検討結果とその経緯：BC と RDB へ個人情報および学習データを暗号化、分割保存する仕組みを構築することで、外部からの悪意ある攻撃による情報漏洩やデータの抜き取り、さらに分散基盤に起因する意図せぬ情報流出への耐性を保つことができる。

その結果、プライバシー保護の安全性が担保されるように、上記の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。（詳しくはスマホアプリ基本設計書参照）

論点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は何とすべきか

→ 検討結果とその経緯：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、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、および 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した。

結果として、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をいただいた。

論点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

→ 検討結果とその経緯：本実証を行うベトナムにおける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した。

まずシステム要件を洗い出し、西村あさひ法律事務所の支援のもと、ベトナム個人情報保護規定への適応可否およびリスク影響評価分析を実施した。その結果、レギュレーションに則ったシステムおよび業務フローを構築した。

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および背景

企画・プロトタイプ開発に関わる実証では、BC 技術と RDB、暗号化と秘密計算技術、デジタル署名、そして ESCO 基準の技術・標準規格を活用することとした。以下に各活用技術・規格を用いて実現したい要件とその選定理由と経緯を記載する。

活用技術・企画①：BC 技術と RDB

- 実現したい要件
 - 学習データを暗号、分割化し、保存する。
- 選定理由とその経緯
 - 学習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、学習データを使ったマッチングを行うには、正しい学習データが記録されていることを担保する必要がある。
 - データの真正性を保つという観点では、BC に情報を格納することがベストであるが、BC 上に記録できるデータ容量は限られているので、真正性を最大限保つ、という観点から当初は BC と分散型ストレージである IPFS にデータを暗号化、分割化して保存することを検討した。しかしながら、分散型ストレージを利用する場合には、学習者自身が自身にとって保持していることが望ましくない学習データを後に削除したいときに、削除することが難しい、ということが判明した。
 - 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、BC および RDB に格納する技術手法を採用した。

活用技術・規格②：暗号化・秘密計算

- 実現したい要件
 - 学習者個人が秘匿したい学習データを秘匿したまま、採用企業とマッチングをする。
- 選定理由とその経緯
 - 国際間のデータ移転において、秘匿性を保つために、プラットフォームおよび採用企業が個人を特定できない状態が望ましい。
 - その結果、学習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。

活用技術・規格③：デジタル署名

- 実現したい要件
 - スマホアプリで開示データ選択、相手先正当性を確認する。
- 選定理由とその経緯
 - 学習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。

活用技術・規格④：ESCO 基準

- 実現したい要件
 - 学習データに基づく個人の能力スコアの標準化を行う。
- 選定理由とその経緯
 - 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既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

- 教育機関

[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、転職者に提供することで、データ流通が可能となる。

[要求事項]

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）

[役割]

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。

[要求事項]

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

[役割]

国際間の採用マッチング市場において、個人情報が見えない状態で求職者の能力値（スカラ値）と希望年収から、面談オファーを送る。

[要求事項]

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られないようにしたい。

- 各国政府

[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。

[要求事項]

自国人材の能力データを国外の企業などに提供する場合、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。

4.2.2 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

以下で、本実証登場主体のペイン、その解決策、その解決策に活用する技術・企画、そしてその技術選定理由についてまとめる。

課題（ペイン）①：学習者の能力が評価できない（標準化されていない）

- 対象主体
 - 教育機関
- 解決策
 - 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。
- 活用する技術・規格
 - ESCO 分類、EQF、GROW360
- 技術選定理由
 - ESCO 基準は欧州や中東で労働者の能力データ標準化に既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ー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ため。

課題（ペイン）②：個人情報ポータビリティの課題

- 対象主体
 - 転職者・転職先企業・各国政府
- 解決策
 - 個人情報の暗号化および秘密計算によりデータ保護の安全性を担保する。
- 活用する技術・規格
 - 暗号化、秘密計算
- 技術選定理由
 - 国際間で学習データ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。

課題（ペイン）③：データ管理に関する課題

- 対象主体
 - 転職者
- 解決策
 - 候補者主導でのデータ管理を可能とする仕組みを構築する。
- 活用する技術・規格
 - データの BC・RDB への暗号分割化格納

- 技術選定理由

- 候補者主導でのデータ管理を実現するために、分散型技術の活用を検討し、当初は分散型ストレージ（IPFS）と BC を利用する方式を検討した。しかしながら、分散型ストレージを利用した場合には、学習者個人が自身の学習データを必要に応じて削除することを担保できず、学習者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、BC とデータベースに保存する方法が適していることが分かったため、こちらの技術採用に至った。

本プロトタイプで扱うデータのフローは以下の通り。

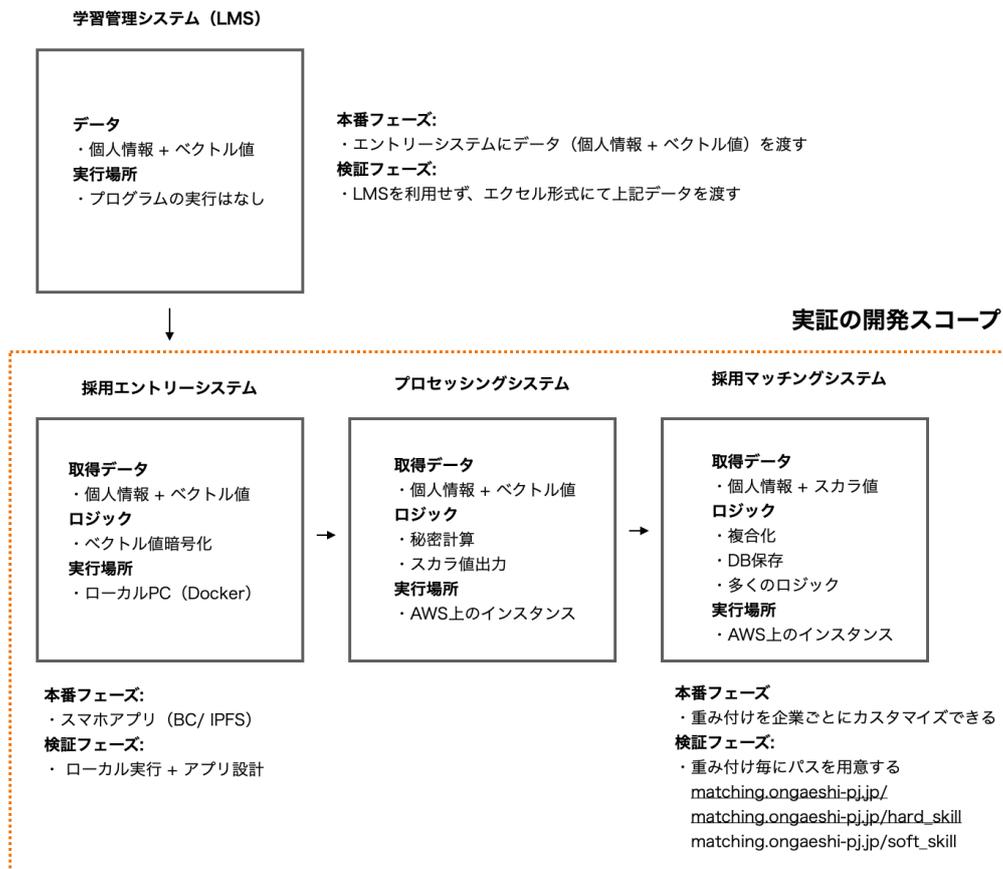


図 4-2-1 : データフロー

4.2.3 Verify するデータ一覧

本実証で扱うデータの種類は大まかに以下の通り。

表 4-2-1 : Verify するデータ一覧

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)	ユーザーの能力を示す生データ	暗号化	N/A
能力データ (スカラ値)	学習データ (ベクトル情報) をもとに 計算されたデータ, および適正年収	暗号化	Matching System

そして、詳細なデータの分割、暗号・復号化のシステムは以下のような構造を想定している。データの取り扱いにおいて重要な点は以下の 3 点。

①システム管理者、採用企業や人材紹介会社などの第三者が勝手にアクセスできないように**求職者の「個人情報（年齢/性別/居住都市）+学習ベクトルデータ」**は求職者自身が採用エントリーシステム（ES）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（PS）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（MS）で復号化

データの詳細は、下記のスプレッドシートを参照されたい。

別紙参照：

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TQyl2npgu_elwS0RqdMlnrjwD_M_xkCRMw5bZr6JGFQ/edit?usp=sharing

4.2.4 データの暗号化・復号化の仕組み

本実証で扱うデータの暗号化・復号化の仕組みは以下の通り。

- ユーザーの個人データにあたる学習データ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ので、ユーザー以外の第三者にベクトルデータを復号化される危険性がない。**
※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。

鍵管理方法は以下のダイアグラムの通り。

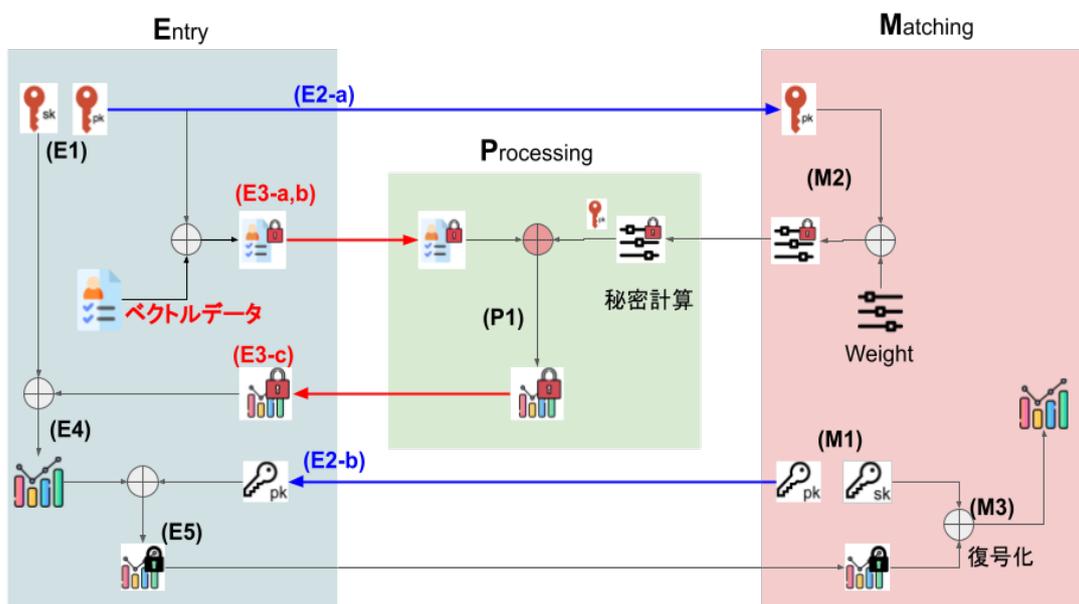


図 4-2-2 : 鍵管理のダイアグラム

秘密計算によるアウ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】

上記のポイントについて具体的な合意方法・履行のトレース内容について以下の表のように整理を行った。

表 4-3-1 : 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取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】

上記の中で、第三者が確認する情報について、以下の表のように整理を行った。

表 4-3-2 : 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）

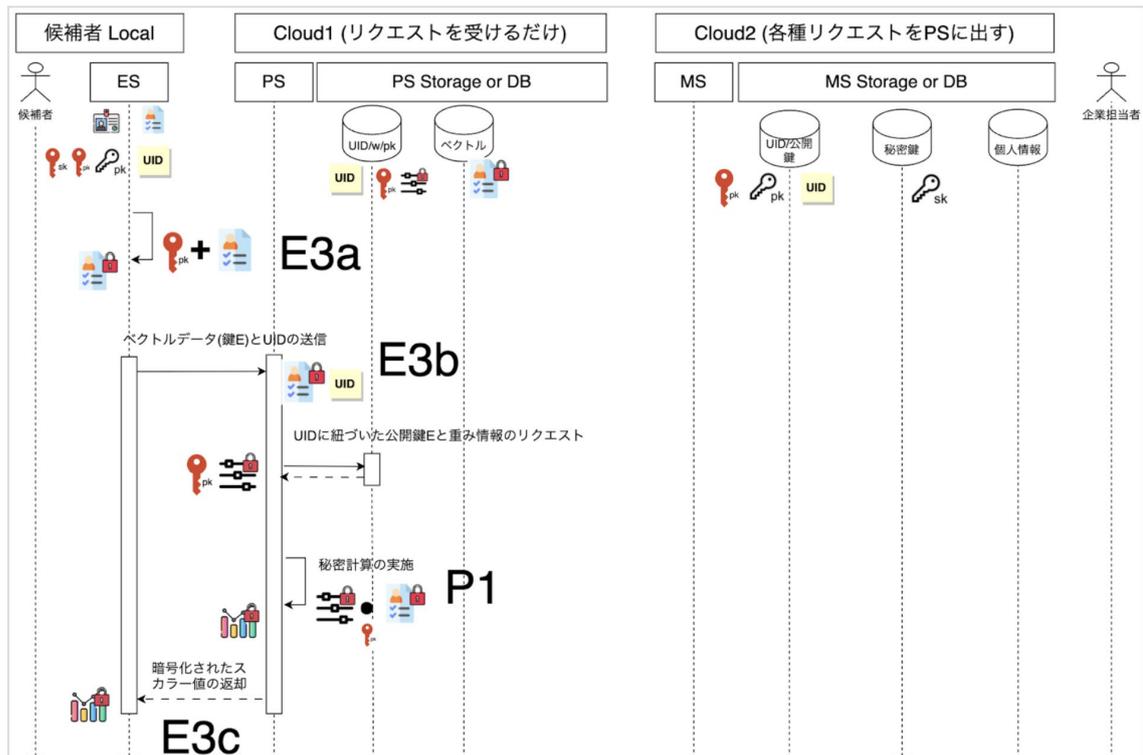


図 4-4-1 : 業務フロー

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。

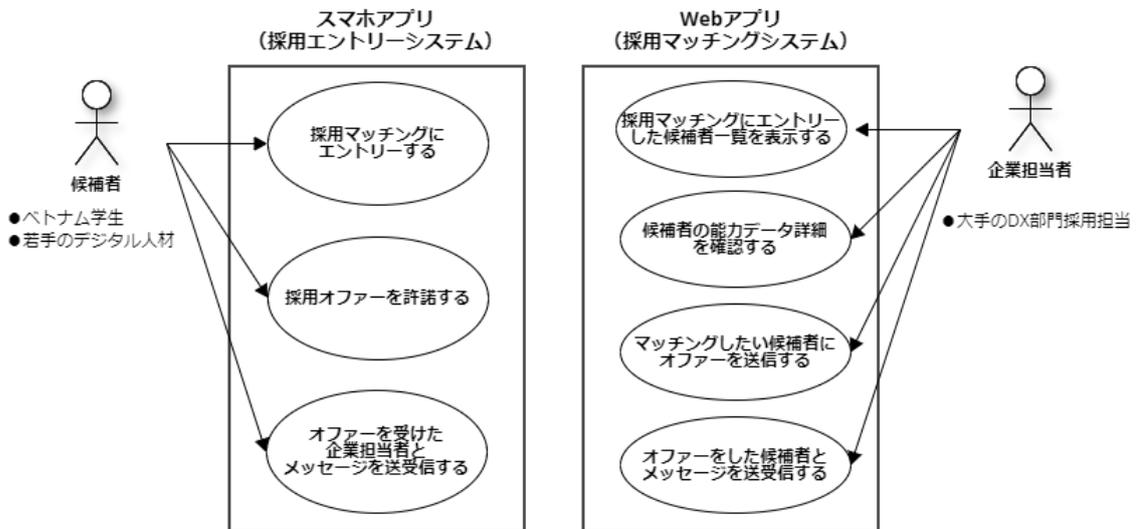


図 4-4-2 : ユースケース図

4.4.3 操作画面 (UI)

- 企業担当者向け UI は 3 つの画面で構成される。企業担当者は TOP ページで候補者の発掘、絞り込みを行うことができる。
- 企業担当者はプロフィールページで候補者の詳細情報を得ることができる。
- 企業担当者はオファー送信ページで、候補者に対して初回コンタクトを送ることができる。



図 4-4-3 : 操作画面

4.4.4 機能一覧/非機能一覧

本サービスの機能/ 非機能要件を挙げた。詳細は要件定義/ 基本設計書に記載済み。

表 4-4-1 : 機能・非機能一覧

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	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	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	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	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

		<p>構成される</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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
システム共通 (可用性)	運用スケジュール	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	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)	1 営業日以内のシステムの復旧を目指す

	稼働率	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	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	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	エントリーシステムの操作手順書を用意

4.4.4.1 非機能検討（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 点の対策を挙げた。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。

● 成績データの改ざん

1 点目は候補者の成績データの改ざんが挙げられる。今回の実証のシステム設計では、候補者のデータは CSV で取得し、PC でシステムにアップロードする形式を取る。仮に社内 PC に誰かがハッキングした場合、成績データを書き換えてアップロードすることが可能となる。その結果、過大/過小申告された成績データが流通する事案が発生し、不正基準による企業と候補者のマッチングが行われるだけでなく、サービス提供事業者としての信頼性も損なうことになる。

本リスク、すなわち機密性および完全性に対する対策として、セキュリティが確保された環境、例えば社内 PC かつ社内ネットワーク環境でのみシステムを操作できるようにし、かつシステムを実行できる人を限定するなどの対策をすることが挙げられる。また、本番リリースするフェーズでは、成績データのアップロードを個々のユーザースマホアプリで代替することで機密性を確保するだけでなく、BC に成績データを暗号化して保存することで、トレーサビリティを担保する。仮に不正操作された場合でも、どこで誰がいつのタイミングでデータを書き換えたのかが追尾可能となる。

● 企業情報の漏洩

2 点目は、企業情報の漏洩が挙げられる。今回の実証では企業担当者が、候補者に対してオファーを送る際に、メールアドレス等の企業情報を入力する。そして、その情報は最終的に候補者のメールへと送付される。仮に、候補者の中に悪意を持ったユーザーがいた場合、例えば企業のメールアドレスを取得するためだけに本サービスを利用しているユーザーがいた場合、企業情報を不正に利用

されるリスクがある。例えばリスト販売業者への情報売却や営業目的としての利用である。

基本的に、実証におけるサービスとしてサポートするのはシステム上でオファーを出すときまでであって、オファー後の行動は企業と候補者間に委ねるといったスタンスではあるが、このような不正があった場合、企業およびサービスの信頼を損なってしまうリスクが存在する。

本リスクに対する対策として、本番フェーズではシステム上に新しい機能としてチャット機能を実装する予定であり、メールの機能は廃止する予定である。今後は、企業がオファーを出したとしても企業のメールアドレスが候補者に行き渡ることなく、システム上で全てのやり取りが完結する想定となる。

表 4-4-2 : 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

サービス利用にかかるリスク	影響度 (CIA)	発生可能性	リスクに対する対応方針・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 であげること（脅威）が考えられる。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	<p>企業連絡先等は機密性が求められるため、影響度は高い。</p> <p>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。</p>	<p>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。</p>	<p>【実証における対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 利用可能な候補者を限定する。 ● 利用規約で制御する。 <p>【本番における対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 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。

4.4.4.2 非機能検討（大規模・商用・社会実装時の対応方針）

本事業が大規模に社会実装される際には、負荷増加による大きく2つの課題が考えられる。

- **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ユーザーごとに秘密計算を実行する際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

このような課題を引き起こす可能性のある利用規模の想定と、課題に対する現時点でのシステム・運用方針を以下でまとめる。

【社会実装時に想定する利用規模】

以下は将来的に社会実装された際の利用想定者およびトラフィックをまとめたものである。また、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である。

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
 - ◇ $50（社） \times 70\% \times 4（回） \sim 50（社） \times 70\% \times 4（回） \times 2$
 - ベトナム学生&社会人：6,000 ～ 12,000 アクセスを想定
 - ◇ $3000（人） \times 50\% \times 4（回） \sim 3000（人） \times 50\% \times 4（回） \times 2$

変数①想定利用ユーザー数（2025年度内における現時点の目標数値）：

- 採用企業：50社（学生よりは限定的）
- ベトナム学生&社会人：3,000人

変数②アクセス数に影響する仮説：

- 採用企業のアクティブ率：70%
- 求職者のアクティブ率：50%
- 1ユーザー当たりの平均セッション数：4回/日
- 季節によるアクセス数の変動率：ピーク時で通常の2倍
 - 採用活動は特定の時期（例えば新卒採用のシーズンや年度末）に集中する傾向があり、これを考慮に入れる

秘密計算実行回数：

- 300 ～ 600 回/日
 - $3000 \text{ (人)} \times 50\% \times 20\% \sim 3000 \text{ (人)} \times 50\% \times 20\% \times 2$

変数①秘密計算実行回数に影響する仮説

- 求職者のアクティブ率：50%
- 季節によるアクセス数の変動率：ピーク時で通常の2倍
- アクティブ利用者の内応募する（秘密計算実行する）人の割合：20%

【課題に対する運用方針】

上記の利用規模を想定した際に、マッチングシステムとプロセッシングシステムの処理速度低下とサーバーダウン双方の課題に対しては、以下の対応方針で対処できていると考えている。

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、上記利用規模では、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う、インフラの運用体制を強化する等の対策を実施する方針である。

現時点では商用利用時の運用負荷とその対応方針は十分に検討できていないため、利用規模算出の詳細化・必要なシステム対応方針の具体化を残論点として挙げる。

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されたい。

表 4-4-3 : データモデル

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	<u>test@mail.com</u>
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

※CSV ファイルのデータ真正性について、実証段階においては、開発工数の観点から社内担当者が社内 PC で候補者の情報が集約された CSV を操作する手法を取るため、社内人材が内容を改ざん・社内 PC が悪意のあるユーザーにハッキングされて内容を改ざんされるといったリスクは残存する。一方、本番リリース段階では、個人情報は社内人材に渡ることではなく、候補者が採用エントリーシステムにおいて個人の秘密鍵で管理する想定のため、実証段階において発生するリスクは消滅する想定である。

4.4.6 実験環境

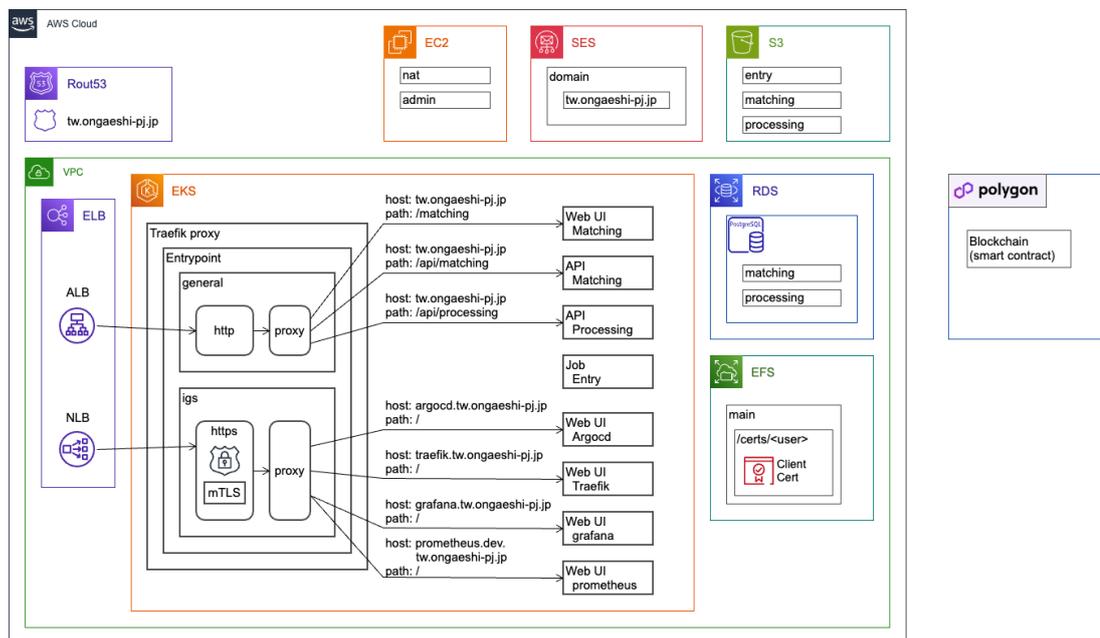


図 4-4-4 : 実験環境

4.4.7 システムの構成要素

新規で Go の暗号化ライブラリである Lattigo を採用した。それ以外の構成要素に関しては、既存システムのインフラ基盤を横展開することで対応した。

表 4-4-4 : システム構成要素

コンポーネント名称 (システム・ライブラリ名)	開発区分 (既存/新規)	開発先/権利の帰属先 (OSS)	形式名・ライセンス名 (製品の場合) /OSS 名 (OSS の場合)
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

ビジネスフィジビリティについて、採用マッチングシステムの企業の有用性や、採用マッチングにおける標準化データの利用、国際間での採用マッチングにかかるルールの策定を論点として取り上げた。

以下具体的論点と、検討結果（経緯）について記載する。

論点①：採用マッチングシステムの採用企業における有用性

→検討結果とその経緯：ヒアリングの結果、国内企業としては海外人材の採用は、組織としては受け入れ体制がまだまだ整っていないが、今後の検討は必須であると考えている。

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いただいたが、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いただいている。

そのため今回の実証を検討のためのファーストステップとし、実証参画の企業を中心として、サービス・システムの改良を続けることとする。

論点②：採用マッチングにおける標準化データの利用

→検討結果とその経緯：標準化されたデータの必要性は採用企業側が認識している。まずは、有効性確認のため、実際のマッチングとフィードバックによる検証を行った。

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いただいた。

今後は、標準化データの利用範囲を拡大するため、教育機関側の協力を呼びかける予定である。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。

論点③：国際間での採用マッチングにかかるルールの策定

→検討結果とその経緯：ベトナムにおいては個人情報保護に関する規制が施行されたばかりであり、実用的な内容でないことが課題として挙げられているが、一般的な規制に耐えうるシステムおよび業務フローの構築を進めている。

またベトナムの個人情報保護規制に詳しい西村あさひ法律事務所のご支援のもと、リスク影響評価やプライバシーポリシーの作成を行い、ユーザーがシステムを利用する際の同意取得フローなどを整理した。

そして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、JETRO など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。

5.1.2 実証ユースケース概要・実施内容・手法

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。

表 5-1-1 : ヒアリング結果

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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持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ポトルネック	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ポトルネック	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証に参加したベトナム人学生・若手社会人合計 36 名に行った独自のサーベイで、日本で働きたいかどうかを 1-5 のスケールで調査した。「1」が全く働きたくない、「5」がとても働きたい、として調査したところ、「5」の解答が 7 名、「4」の解答が 13 名となり、合わせて 56%が日本で働きたい、と回答した。（「3」は 13 名であり、36%は中立的） ● さらにサーベイでは、日本における就職プロセスが確立されておらず、日本での就職機会を考えたことがない、というコメントがあった。
	個人情報保護に対する意識	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記のサーベイで 36 名中 31 名が、個人情報がきちんと保護されているか関心があると回答した。
ESCO 関係者	ESCO 基準を応用したスキルの定義詳細化において、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。

ガバナンス・ルール策定に向けて以下の内容を実施した。

表 5-1-2 : ガバナンス・ルール策定に向けた実施事項

ガバナンス・ルール策定概要	実証期間・実証期間後で実施する内容・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・EQF⁸に基づく評価指標についての企業およ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および GROW360⁹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およびマッチング関数へのフィードバックを得る（2024年2月） ● フィードバックをもとに成績基準およ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（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（2023年8月～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月～12月） ● 情報の複合化および開示・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実施（2024年1月）

⁸ 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。

⁹ 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。

コミュニティ形成に向けて以下の内容を実施した。

表 5-1-3 : コミュニティ形成に向けた実施事項

コミュニティ形成目的	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する事項（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およびフィードバック ● 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する事項（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、プロトタイプ制作および検証（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

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でまとめる。

観点①ビジネスモデル

- 明らかにする論点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。
 - 検証結果①
 - ◇ 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いただいた。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もと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いただいた。
 - 結果に対する考察①
 - ◇ 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、実際に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、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。
- 明らかにする論点②：採用マッチングシステムの採用企業における有用性
 - 検証結果②
 - ◇ 採用マッチングシステムを使うことで、能力ベースでオファーを出すまでは、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いただいたが、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いただいた。
 - 結果に対する考察②
 - ◇ 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。

観点②UI/UX

- 明らかにする論点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。
 - 検証結果①
 - ◇ 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。

- 結果に対する考察①
 - ◇ 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いただいたので、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。

観点③機能と業務の適合性

- 明らかにする論点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。
 - 検証結果①
 - ◇ 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。
 - 結果に対する考察①
 - ◇ 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データ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。
- 明らかにする論点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。
 - 検証結果②
 - ◇ 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。
 - 結果に対する考察②
 - ◇ 散布図で全体的なレベル感を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。
- 明らかにする論点③：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。
 - 検証結果③
 - ◇ 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。
 - 結果に対する考察③
 - ◇ スマホアプリ設計において、BCとRDBに学習データを暗号、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。

- 明らかにする論点④：ESCO 基準を応用したスキルの定義詳細は何とすべきか。
 - 検証結果④
 - ◇ 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をいただいた。
 - 結果に対する考察④
 - ◇ 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。

観点④必要な規制・ガイドライン対応

- 明らかにする論点①：海外から移転される個人情報保護規制への対応で気を付けるべき点はどこか。
 - 検証結果①
 - ◇ 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およ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および業務フローを構築した。
 - 結果に対する考察①
 - ◇ 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であると考えている。

観点⑤ガバナンス・コミュニティ

- 明らかにする論点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。
 - 検証結果①
 - ◇ 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いただいた。
 - 結果に対する考察①
 - ◇ 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。
- 明らかにする論点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。
 - 検証結果②
 - ◇ 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。

➤ 結果に対する考察②

- ◇ 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ので、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を目指すにおいて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。

6. 調査検証
(調査なし)

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

表 7-1-1：残課題対応方針一覧

残論点	対応方針
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	<p>本実証では、学習データ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データを削除できる、という個人データ管理の観点から、BCとデータベースでのデータ管理を選定した。</p> <p>ただし、元来 BC 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。</p>
教育分野における正しい学習データ活用方法のルール設定について	<p>個人情報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が進んでいるが、個人のスキルを測る学習データに関しては管理方法が確立されていない状況である。</p> <p>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、適切な学習データの取り扱いについて引き続き調査していく。</p>
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	<p>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、個人のデータ信憑性は一定担保できるシステムとしたが、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。</p> <p>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である。</p>

7.2 ユースケース実現モデル

7.2.1 ビジネスモデル案

ビジネスモデル全体概要図は以下の通り。

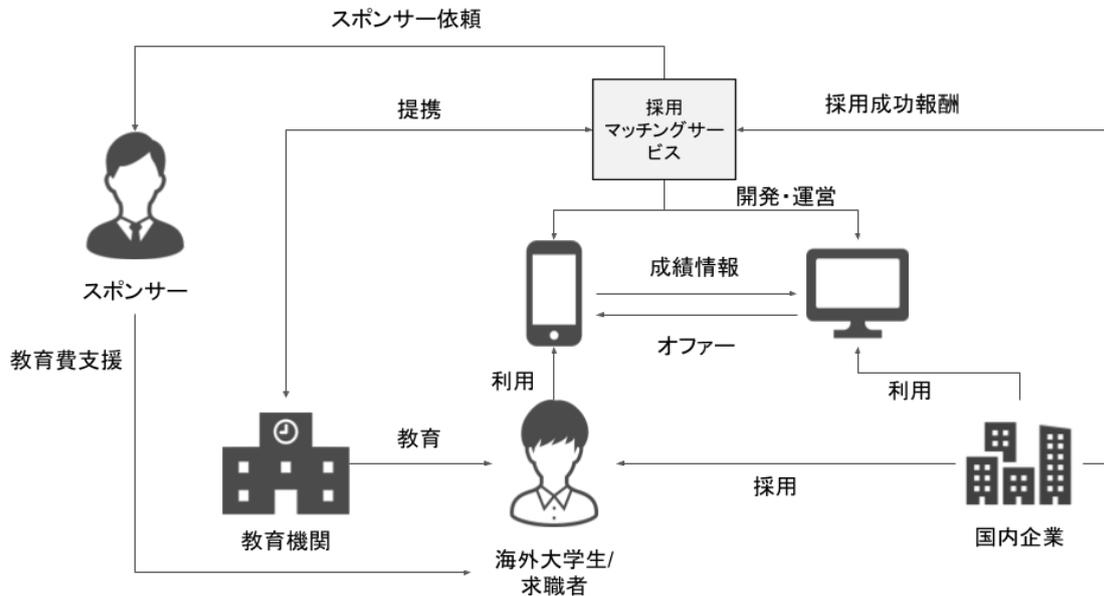


図 7-2-1 : ビジネスモデル

さらに収益モデルは以下を想定している。

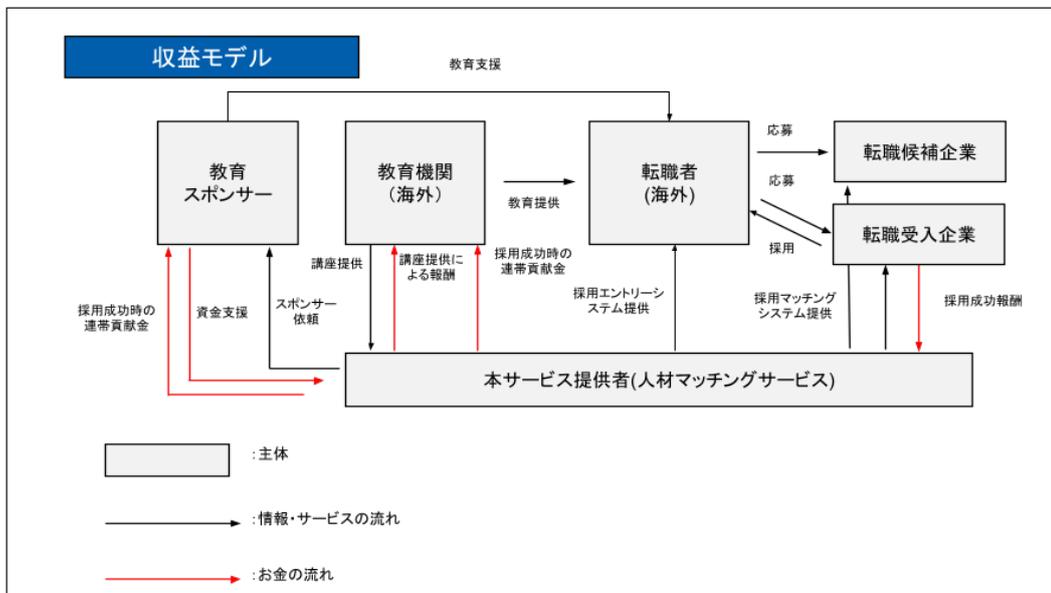


図 7-2-2 : 収益モデル

表 7-2-1 : ビジネスモデル実現に向けた実施事項と課題の対応方針

論点	実証事業での取り組み・分かったこと	課題・対応方針
<p>【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</p>	<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>（本実証の対象外ではあるが）講座の普及に向けた取り組みを進めていくこと</p> <p>企業に分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</p>
<p>【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ますか</p>	<p>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携が広がりそうである。</p> <p>転職者：日本企業に就職するために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。</p> <p>転職受入企業：海外人材採用を客観的な能力スコアをもとに進められることは、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。</p>	<p>IGS の既存クライアントである企業に採用企業としての参画の呼びかけと、代表福原が教授としている日本の大学のネットワークなども生かしながら、教育機関の参画を呼びかける</p>

7.2.2 アプリ・システム案

以下が本ユースケースを実現する際に構想しているアプリ・システム案である。本実証では、学習データはハノイ貿易大学で実際に講座を実施して集めたが、これを将来的には学習システム（LMS）を開発、しオンラインで学習データを蓄積したのちに本実証で開発したシステムとつなげる予定である。

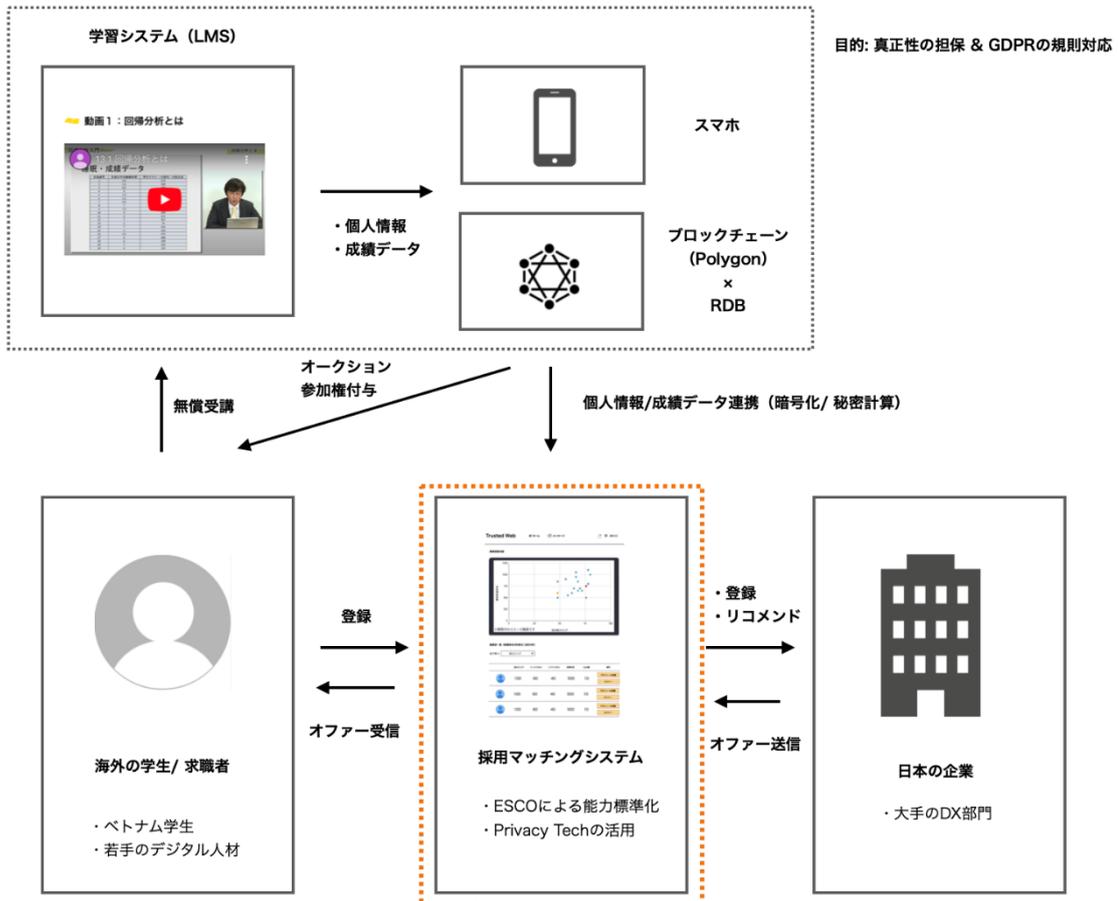


図 7-2-3 : アプリ・システム案

7.2.3 ガバナンス・ルール案

「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」の利用にかかるガバナンス・ルール案を作成した。内容は以下に記載している。

1 目的

- 本ルールは、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を利用するにあたり、各ステークホルダーが遵守すべき内容を定めるものである。本ルールの策定により、個人の成績データを国際間での採用マッチングに活用しつつ、プライバシーおよびセキュリティの安全性を担保することを目的とする。

2 基本原則と方針

2.1 真正性とプライバシー保護

- BC の活用によるデータのトレーサビリティにより、真正性を担保しつつも、データの暗号化によりプライバシー保護も両立している。また、秘密計算によって、データが暗号化されたまま、採用マッチングを行う。

2.2 透明性と公正性

- 標準化された能力の可視化およびオークション機能の導入により、職務経歴や前職の給与などに依存せず、能力に応じた最適な給与によるオファーを受けることができる。

2.3 個人情報の取り扱い

- 基本的にはシステムを運営するプラットフォームが個人情報を持たない仕組みを取り入れている。また、採用のプロセスにおいて個人情報の開示が必要な場合は、必ず求職者の同意のもとに行う。

3 データ管理とセキュリティ

3.1 データの収集と保管

- 求職者の同意のもと、各教育システムから本システムへ教育データが移管される。その際、データは暗号化されたうえ、BC および RDB に分割保存される。

3.2 システムセキュリティの確保

- 保管されたデータは、求職者の保有する暗号化鍵によって暗号化されており、外部からの攻撃による漏洩などが発生した場合にも、データを閲覧することができない。

3.3 データアクセスと権限管理

- 求職者に関するデータに関して、求職者を除く全てのステークホルダーはアクセスする権利を持たない。唯一、求職者の同意のもと秘密計算によって集計された能力データに関しては、採用企業が閲覧することができる。

4 ステークホルダーごとのガバナンス

表 7-2-2 : ステークホルダーごとのガバナンス

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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る。ESCO・EQF に基づく評価指標を定め、それに従った講座作成およ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）	<ul style="list-style-type: none"> ● 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。 ● 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		<ul style="list-style-type: none"> ● 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る。 また、BC および RDB 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る。 ● 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る。 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）		<ul style="list-style-type: none"> ● 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。¹⁰
------------	--	---

5 モニタリングと評価

5.1 標準化データ

- 標準化された能力評価の妥当性は実際に採用活動や就業開始後の評価をもって判断され、適宜講座内容や評価項目を更新していく必要がある。

5.2 国際間での採用マッチングにかかるルール

- プライバシー情報の取り扱いやデータの海外移転に関して、特に東南アジアにおいては国のルールが発展途上であり、国際的な枠組みも整理されていないため、今後の情勢を定期的にウォッチしながら、必要に応じて運用を評価、更新していく。

¹⁰ 現時点で最新の個人情報保護規制に則った規約はこちら

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・ロードマップ

本実証実験のフィードバック・求職者向けアプリ開発を行い、2024 年中には社会実装することを目指している。

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現すること
▶ 2024 年 4 月	採用プロセス結果のフィードバック	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うえで、評価項目等の検討を行う
▶ 2024 年 6 月	ESCO 適用ガイドラインの整備	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	求職者向けスマホアプリの構築	データを暗号化し、分割したうえで BC と RDB 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へのオークション機能追加	オークション理論により、オファー年収の最適化を図るシステムの構築
▶ 2024 年 10 月	社会実装	日本および、ベトナムをはじめとする東南アジアでサービスを提供

図 7-3-1 : 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

表 8-1-1 : WP.1.0 の原則への提言

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、ファクトをチェックした後に、その主体の検証可能性を評価し、データの利用範囲などを制御する仕組みが必要。
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 BC と RDB に暗号化、分割保存することとした。しかしながら、BC 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とよく、引き続き適切な技術スタックを検討する必要がある。

8.2 Trusted Web のガバナンスに関する課題と提言

表 8-2-1 : 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	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。

題や提言	
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

8.3 Trusted Web のアーキテクチャーに関する課題と提言

なし。

8.4 その他 Trusted Web に関する課題と提言

なし。

Appendix

用語集

表 9-1-1 : 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・分類したものの。 ¹¹
EQF	欧州各国の資格レベルを標準化したもの。 ¹²
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および気質を測定するツール。 ¹³

本実証で開発したシステムの第三者による再現可能性

表 9-3-1 : 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、非公開。)
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

¹¹ European Commission. "What is ESCO." <https://esco.ec.europa.eu/en>

¹² European Commission. "European Qualifications Framework (EQF)." <https://esco.ec.europa.eu/en/about-esco/escopedia/escopedia/european-qualifications-framework-eqf>

¹³ Institution for a Global Society 株式会社. 「AI×計量心理学で実現するピープルアナリティクス」. <https://www.grow-360.com/ja>

			<p>ビス]を購入することで、利用可能。</p> <p>(ただし、マッチングア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、非公開。)</p>
<p>教育スキルデータの分散管理</p>	<p>開発済 (特許取得)</p>	<p>取得予定あり (OkotoEM 提供)</p>	<p>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。</p> <p>(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、非公開。)</p>