

戦略的創造研究推進事業（社会技術研究開発）  
2020(令和2)年度採択 プロジェクト企画調査  
終了報告書

科学技術の倫理的・法制度的・社会的課題（ELSI）への  
包括的実践研究開発プログラム

プロジェクト企画調査

「大学・地域密着型リビングラボを通じた『転倒しない街』  
の共創に向けた企画調査」

Planning Survey for Building Age-Friendly Cities  
through the Region-Oriented Living Lab.

企画調査期間

2020(令和2)年9月～2021(令和3)年3月

調査代表者／Principal Investigator

島 圭介

横浜国立大学 大学院工学研究院 准教授

SHIMA Keisuke

Faculty of Engineering, Yokohama National University

## 1. 企画調査の概要

### ■概要：

本調査の目的は、ヘルスケア関連技術の開発と実用化を推進するための方法として、効果的なリビングラボのあり方を検討することにある。具体的には、(1) 高齢者の転倒防止技術について対話を行うリビングラボの設立と運営を通じて、多様なステークホルダーによる相互理解の方法を探ると共に、(2) ヘルスケアに関わるリビングラボの先行事例の調査と分析を通じて、それぞれの関係者が協調しあうメカニズムの解明を目指す。この企画調査において我々が扱うのは、(1) ウェアラブル機器を用いたヒト機能評価技術、(2) ヒト機能拡張・支援技術、(3) 住環境改善技術という高齢者の転倒予防・防止に関わる三つの技術である。高齢者を含む多様な人々が共存する社会の実現には、多様な利害関係や意見、感情を踏まえた調整の仕組みが必要になる。こうした背景を踏まえ、上記三つの技術をどのように発展させ、組み合わせることが、社会にとって望ましいのかを本調査では探求する。

### ■参画・協力機関：

横浜国立大学

### ■キーワード：

リビングラボ, 転倒予防, 産官学連携, 境界連結者

### ■Summary:

This research focuses on a living lab as a method to promote the development and diffusion of technologies that lead to problem-solving in healthcare. Firstly, we will organize the Living Lab to enhance mutual understanding between stakeholders. In the Lab, they and we will discuss issues in the implementation process of technologies to prevent falling of the elderly. Secondly, through a case study of existing healthcare-related living labs, we will clarify the mechanism of cooperation with multi-stakeholders.

Our research will explore ELSI in the implementation process of three technologies: (1) human function assessment, (2) human augmentation, and (3) knowledge for improving the living environment. While these technologies have the potential to prevent falls in the elderly, they may also create conflicts between stakeholders. Therefore, we will attempt to clarify the effective implementation method through the operation of the living lab and case studies.

### ■Joint R&D Organizations:

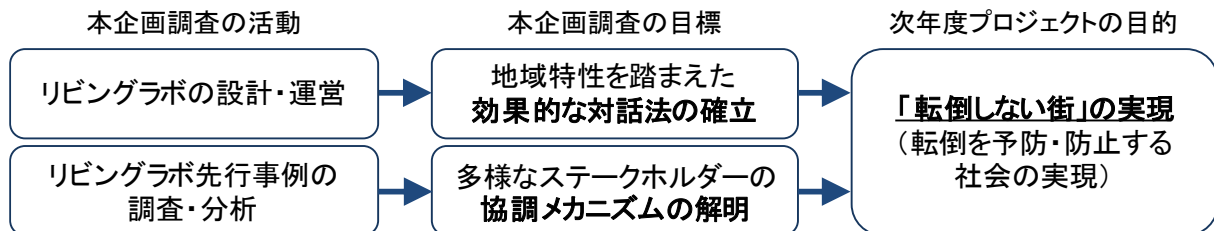
Yokohama National University

### ■Key words:

Living Lab., Fall prevention, Triple helix, Boundary spanner

## 2. 企画調査の目標

本調査の具体的内容、目標、次年度の本プログラムの目的との関係は以下の図に示す通りである。



我々は既に、高齢者をめぐる社会的課題の主要なステークホルダー（地域の高齢者、高齢者を取り巻く制度設計主体（横浜市、神奈川県）、福祉施設、大学・大学研究者）と連携を始めている。加えて、「風の谷プロジェクト」といった先行するリビングラボと協力体制も構築している。しかし、次年度に提案を行うためには、現段階において「ELSIの検討を見据えたリビングラボの効果的な活用法に関して、知見が十分に蓄積されていない」という課題がある。具体的には(1) 様々なアクターによる技術に対する認識（転倒防止・予防技術に対して、いかなる期待、不安、抵抗感があるのか）、(2) 効果的な対話のあり方（誰がどのようにリビングラボに関与すべきか）、(3) 地域社会に根差したリビングラボの運営と設計（地域特性や運営主体の経営上の違いを踏まえると、どのような運営・設計が望ましいか）、(4) 各技術が社会にもたらす倫理的課題や法制度的課題の明確化といった課題である。

こうした課題を克服していくために、本学内にリビングラボの設立・運営しながら、既存および潜在的なステークホルダーとの対話を重ね、効果的な「場」としての要件を整理する。加えて、リビングラボの先行事例を調査・分析しながら、協調を阻害あるいは促進する要因を明らかにする。また、それらの過程を通じて、各技術が社会実装される中で表出する倫理的課題、法制度的課題を明確にしていく。

## 3. 企画調査の内容と結果

### 3-1. 実施項目

- 項目1：リビングラボの設立・運営
- 項目2：ヘルスケア関連リビングラボの先行事例調査・分析
- 項目3：知見の統合

### 3-2. 実施内容と結果

#### ■項目1：リビングラボの設立・運営

第一の活動として、リビングラボを通じて、ステークホルダーと転倒予防・防止につながる三つの技術（ヒト機能顕在化，ヒト機能拡張，住環境改善）に関する対話を行うことを掲げ、学内にリビングラボを発足（2020年11月）し、地域交流スペースを活用してディスカッションを実施した。その際に主として題材にしたのは、我々が考案して社会実装を進めているヒト機能顕在化技術である。

ヒトは何か指先で軽く触れると安定した状態を保ち、転倒しにくくなることが知られている[Jeka1997]。代表者らは、身体の周りに生成した仮想的な接触物に指先で触れた際の感覚刺激を、指先へ振動刺激として与えることで、この現象を再現した新しい“立位・歩行サポート法：仮想ライトタッチによる転倒予防デバイスを開発している。また、指先への振動刺激を急になくすことで身体にふらつきを誘発できることを示し、ふらつきの個人差から筋力などの身体機能と、姿勢制御にかかわる3感覚系（視覚、体性感覚、前庭感覚）の機能を同時に定量化できる方法論を確立した。これまでに20代から90代までの約1,400例に対する計測データから、転倒リスクを立位年齢<sup>®</sup>として評価する機能評価モデルを構築している。見える化した転倒リスクは、機能改善訓練や、ロボットによる支援によって身体・感覚系の能力を改善・維持可能である。

この技術が社会実装された際に、だれの、どのような問題が生じるのか、それらの問題に対する解決策をいかなる形で準備する必要があるかを検討するのが、今回のリビングラボの目標となる。

**取り扱う最先端研究**

**世界初**  
仮想壁による立位年齢™評価法  
特許6534010/6569148号

**機能拡張**  
転倒予防装置  
下肢筋機能支援ロボット

**機能顕在化**  
立位年齢推定モデル  
 $y = 2.78\exp(0.035x)$   
立位年齢  
年齢

**環境改善**  
福祉の住まい・まちづくり

仮想壁  
振動刺激による仮想反力提示

仮想壁による姿勢安定化とふらつき誘発法

Virtual partition OFF

### 【実施概要】

今回の企画調査では、将来高齢者となる潜在的なステークホルダー（大学生）を対象にしたリビングラボにおける個別対話を行った（下図左）。COVID-19 流行に対する措置として、学内の活動ルールに従って感染リスクの低減に留意しつつ実施した。参加者は事前知識・専門の異なる学生16名（電気電子工学，都市科学，経営学）とし、各々の分野背景においてどのような課題が抽出されるかを調査した。このとき、ヒトの高齢化に伴う機能低下や、転倒予防・転倒リスク評価技術に対する理解を深めるために、参加者に対して基本的な高齢者の機能に関する説明や、体験キットを用いた身体・感覚機能の低下状態の体験、当該技術の概要説明や転倒リスク評価体験などを行わせた。課題の抽出においては、当該技術を利用する個人、家族、社会それぞれの立場においてどのような利点や課題点が考えられるかに着目して対話を行った（上図右）。また、対話の中間時点で ELSI の概念説明を行い、議論の加速化を試みた。



対話の様子

転倒リスク評価体験

高齢者体験



疑似高齢者のリスク評価 テーマ・ELSI研究の説明 課題の抽出とブレインストーミング

開設・実施したリビングラボの様子

	期待 得られる便益	不安 配慮が必要 なこと
自分	外出の ハードル低下	
家族		雇用差別
社会		

自由記述の項目と例

なお、このときの対話の題材とテーマ例、浮かび上がる問題意識の仮説は次の表のように設定した。

	対話テーマ	問題意識
ヒト機能顕在化	転倒リスク顕在化の期待と不安	転倒リスクの評価は転倒防止に結び付くが、リスクを認識すると外出に消極的になる恐れがある。
ヒト機能拡張	歩行アシストの是非	歩行アシストは転倒リスク低減につながるが、過度なアシストは機能低下(筋力低下等)を招く恐れがある。
住環境改善	転倒リスク低減都市・環境の是非	整備された環境は転倒リスク低減につながるが、その街・建物という範囲を超えた外出に消極的になる恐れがある。

ただし、今回のリビングラボで扱う技術は、ヒト機能顕在化技術ならびにそれに伴うヒト機能拡張に絞ったテーマ設定とした。将来的にその他のヒト機能拡張、住環境改善技術についてもリビングラボを同様に実施することで、「転ばない街」の実現過程に潜む ELSI 課題を明らかにする予定である。

### 【今後の展開】

本企画調査は、上述の個別対話に加えて複数のステークホルダー（地域住民代表（町内自治会会長等）、行政（神奈川県、横浜市、保土ヶ谷区等）担当者、高齢者支援中間団体（NPO等）、潜在的なステークホルダー（高校生、大学生））を交えた対話として発展させることを想定していた。しかしながら、首都圏を中心とした緊急事態宣言の発令・延長に伴い、学内の活動指針の制限強化がなされ、地域の高齢者や高齢者支援団体に対する対話を実現することが難しくなったため、現時点では実施ができていない。この点については、プロジェクト研究への発展を見据えて3月下旬から4月を目処に実施予定である。これにより、個別対話では顕在化しなかった課題等を明らかにしながら、効果的な対話に関する知見の導出を目指す。また、住環境改善をテーマとして加えた対話・議論についても推進する必要がある。

## ■項目2：ヘルスケア関連リビングラボの先行事例調査・分析

第二の活動は、リビングラボの先行事例調査、分析である。この活動においては、他のリビングラボの概要（運営主体の種類や活動内容、ステークホルダーとの対話の仕組み等）に加え、対話の阻害要因や、ステークホルダーによる積極的な関与を促進する要因についての検討を目指した。

具体的に行ったことは、(1)リビングラボの成り立ちから発展までの歴史を紐解きながら、リビングラボという仕組みの有効性や我々の活動への応用可能性を詳細に検討したこと、(2)本研究に関連が深いと思われる国内外の主要なリビングラボを計 23 件取り上げ、その活動内容や運営主体を中心に調査を実施し、分析したこと、(3)特に深い関係を持つと思われた二つの取り組みを対象に、インタビュー調査を実施し、分析したことである。なお、計画時に想定していた質問票調査までは実施することはできなかった。これはリビングラボの調査を進めて行く中で、二つの課題に直面したからである。一つは、本研究と直接的に関係しうるリビングラボの数が極めて少ないことであり、もう一つはその運営自体に多様なパターンが見られることから、それらを概念的に整理しつつ、理論仮説に基づく調査票の設計が現時点では困難であったことがある。もっとも、こうした課題は本研究を着実に進める中で明らかになったことであり、継続的にインタビュー調査を実施していく方針とした。

### (1) リビングラボの有効性と応用可能性の検討

はじめにリビングラボの成り立ちの背景や代表的な取り組みについて調査を実施し、効果的にリビングラボの枠組みを活用する方策を検討した。リビングラボという概念が登場した 1960 年代から現在までのおおよその流れを整理しながら、各取り組みに通底する基本理念やリビングラボが効果的に機能する環境、具体的な方法等について整理していった。その結果、共通する機能や統一的な定義が明確にされている訳ではないものの、次の四つを満たすことがリビングラボの要点であると結論付けた。

- ① 受益者・当事者による積極的な参画が実現されている。
- ② 課題が生じている現場やそれを模した空間においてソリューション開発が進められている。
- ③ 利害の対立しうる複数のステークホルダーが、新たな価値創造に向けて一体的に取り組んでいる。
- ④ 社会科学や工学等の各アプローチを効果的に組み合わせ活用し、課題の解決を目指している。

こうした要素から、ELSI の観点から技術の社会導入を検討する際には、リビングラボは一つの有効な方法になると考えられる。「転ばない街」の実現に必要な各技術の開発や実用化の過程では、転倒リスクに直面する当事者ニーズを反映する必要がある、当事者として認識する ELSI についても効果的に拾い上げることが求められるはずである。また「転ばない街」に関わる主体は多岐にわたり、マルチステークホルダーの利害や ELSI に対する考え方の違いが、実現の障壁にもなりうる。ゆえにステークホルダーが互いにコミュニケーションをとりながら、共創という枠組みで取り組みを推進する必要があるだろう。さらには、工学的アプローチのみならず、社会科学や人文科学の知見もまた欠かすことができない。

以上を踏まえ、リビングラボ運営においては、上記 4 点を重視する必要があるとの結論に至った。

### (2) 国内外リビングラボの調査・分析

続いて我々は国内外で展開されているリビングラボの活動について調査を実施し、リビングラボとしての取り組みが直面しやすい課題について検討した。リビングラボの仕組みが我々の取り組みにおいても有効であるとすれば、他の事例を参照することで、より具体的な活動を推進する上でのヒントを得られると考えたからである。調査は主に web サイトや公開資料、関連文献を活用して行われた。調査を進める中では、リビングラボという名称ではないものの、上記 4 点の特徴を満たすプロジェクトについてもリビングラボの一形態であると考え、必要に応じて検討対象としていった。

最終的には、23 件のリビングラボについて、その運営主体、活動内容、協力者、継続期間という項目から横断的に調査を実施した。各取り組みの内容について検討した結果、既存のリビングラボが抱える主要な課題を以下の四つに整理することができた。

### (3) インタビュー調査の実施

以上の調査に加えて、我々が取り組むテーマと親和性の高い二つのリビングラボの運営者に対して、インタビュー調査を実施した。この調査においては、運営側がどのような課題に直面しうるか、また ELSI と関係する問題としてどのようなものがありうるかを検討した。

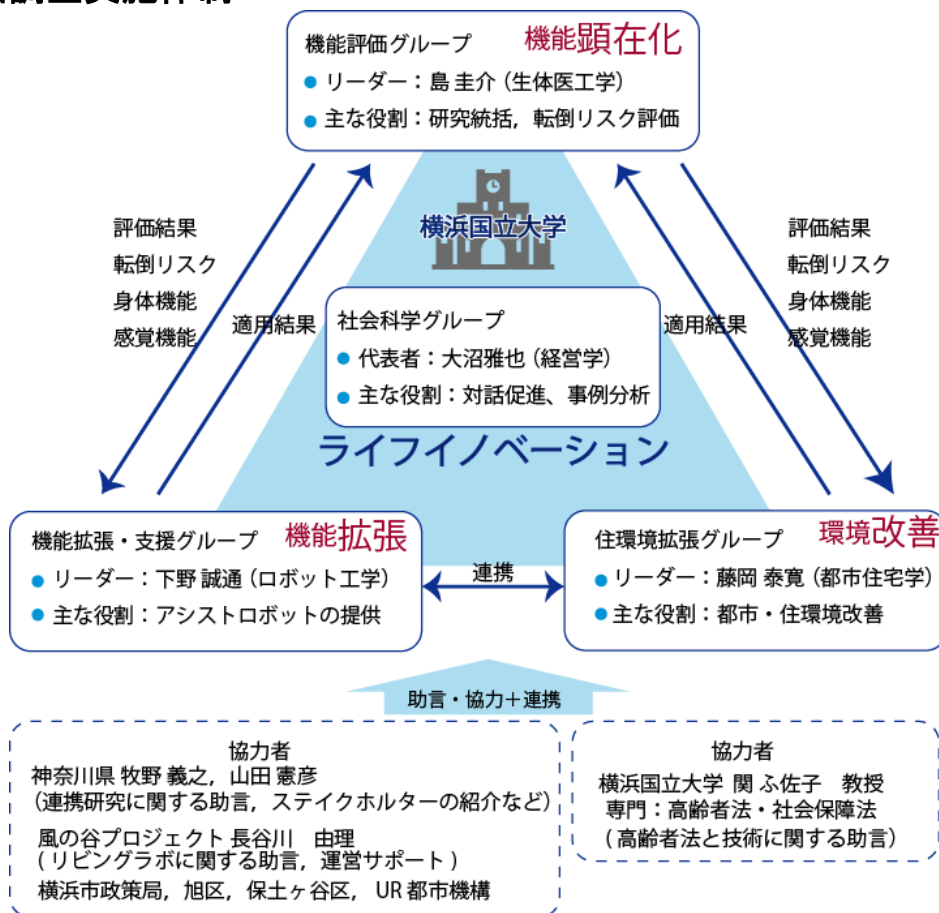
### ■項目 3：知見の統合

ここでは項目 1 と項目 2 で整理した粒度の異なる情報を相互に活用し、リビングラボを通じた技術の社会導入の推進やその過程において生じうる ELSI の課題、またその課題抽出法について整理を行った。

#### 【おわりに】

ELSI 研究という分野において最先端技術が社会にどのように実装され、機能していくかを考える際には、我々が提案するリビングラボによる対話をベースとしたボトムアップ／帰納的に抽出・顕在化される ELSI 課題を考えることが、演繹的アプローチによって ELSI 研究の本質と社会実装をとらえることと同様に極めて重要であると考えられる。今回の企画調査を踏まえ、ELSI 研究の理論的な枠組みとそこから逸脱、リビングラボによって得られた知見の一般化と理論化を両輪で進め、より一般化した ELSI 研究へ発展させていくことを目指す。なお本企画調査では、神奈川県政策局ならびに横浜国立大学の全面的な協力を得ており、横浜国立大学の研究拠点として継続的に推進する予定である。

## 4. 企画調査実施体制



〈実施体制図〉

## 5. 主な活動実績

- 1) 口頭発表：Toshiaki Okamoto, Tomoyuki Shimono, Yuichi Tsuboi, Mayuko Izumi, and Yousuke Takano, "Validation of Trained Convolutional Neural Network Model in Detection of Braille Blocks to Guide Visually Impaired People," Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization, SAMCON2021, 10th-12th March, 2021. (6 pages, Online)
- 2) 口頭発表：島圭介, 坂田茉実, 泉博之, 島谷康司 (2020年12月)「転倒リスク評価を目的とした仮想ライトタッチによる立位機能評価システム—クラウド型データベース開発とその応用—」『第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会』オンライン開催
- 3) 会議・イベント：島圭介, 大沼雅也, 藤岡泰寛ほか「高齢者転倒リスク評価技術に関するリビングラボ」, 2020年11月27日, 横浜国立大学 森のホワイエ
- 4) 受賞：島圭介 (合同会社 UNTRACKED) : StA<sup>2</sup>BLE による転倒リスク評価と機能回復訓練事業 (2020年10月26日)「第2回ヘルスケアベンチャー大賞」, 日本抗加齢協会・日本抗加齢医学会, オンライン開催, 国内
- 5) 受賞：島圭介 (合同会社 UNTRACKED) : ヒトの転倒リスクを見える化する健診ツール StA<sup>2</sup>BLE (2020年10月31日)「第1回ケアテックグランプリ最優秀賞/オムロン賞/日本ユニシス賞」, 株式会社リバナエス, 大日本印刷株式会社, 国内
- 6) 受賞：島圭介, 坂田茉実, 泉博之, 島谷康司 : 転倒リスク評価を目的とした仮想ライトタッチによる立位機能評価システム StA<sup>2</sup>BLE—クラウド型データベース開発とその応用— (2020年12月25日)「SI2020 優秀講演賞」第21回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, オンライン開催, 国内