

## 研究ノート

神奈川県さがみロボット産業特区  
ロボット導入事例にみる SoS の課題

美濃地 研 一\*

徳 田 昭 雄\*\*

稲 葉 光 行\*\*\*

浅 井 龍 男\*\*\*\*

## 要 旨

2013 年 2 月の国による「さがみロボット産業特区」(地域活性化総合特区)の指定を受けて、対象地域である相模原市 平塚市 藤沢市 茅ヶ崎市 厚木市 大和市 伊勢原市 海老名市 座間市 綾瀬市 寒川町 愛川町で、「生活支援ロボットの実用化を通じた県民生活の安全・安心の確保及び地域経済の活性化」のためのロボットの開発・実証実験の促進、普及啓発や関連産業の集積促進が行われてきた。本稿では、神奈川県の計画と導入実証の概要を紹介すると同時に、それを「System of Systems の特性とステークホルダーの分析、及び、ガバナンスに関する論点整理の試み(徳田、稲葉、山田、浅井 2023)」で提示したフレームワークに基づいて解釈し、SoS に基づくシステムの実装という近い将来の課題の抽出と検討を行った。

キーワード：複雑なシステム、System of Systems (SoS)、ロボット、アジャイル・ガバナンス

## はじめに

1. SoS としてのロボット・システムの意味と社会実装に向けた挑戦
2. 神奈川県の計画と「さがみロボット産業特区」の導入実証の概要
  - 2-1. 神奈川県の取り組み事例(さがみロボット産業特区、ロボット導入実証)の概要
  - 2-2. 第 2 期(2021 年および 2022 年)におけるロボットの導入実証の概要
  - 2-3. 第 2 期導入実証で行われた各種調整とその結果
3. System of Systems (SoS) の導入から見たインプリケーション
  - 3-1. SoS アーキテクチャ面から見た第 2 期導入実証の解釈とインプリケーション
  - 3-2. SoS の導入環境構築面から見た第 2 期導入実証の解釈とインプリケーション
  - 3-3. SoS のガバナンス面から見た第 2 期導入実証の解釈とインプリケーション

---

\* 立命館大学デザイン科学研究所 客員研究員

\*\* 立命館大学経営学部 教授

\*\*\* 立命館大学政策科学部 教授

\*\*\*\* 立命館大学デザイン科学研究所 客員研究員

## はじめに

我が国が目指すべき未来社会の姿が概念化された Society 5.0 では、さまざまな社会的課題の解決が目指されている。立命館大学でも「R2030 チャレンジデザイン」と称する学園ビジョンを掲げ、社会的インパクトの創出を目指し、Well-being の実現、多様性と包括性に富んだ研究教育環境の実現を目指すためのさまざまな施策を展開している。そのなかでも、特に大阪いばらきキャンパス（OIC）では、キャンパスをリビングラボとして活用し「イノベーションがもたらす価値とリスクのバランスング」と「イノベーションに対する社会受容性の醸成」を図ることのできる取り組みが進められている。そのような取り組みの一つとして、2022 年 1 月から「System of Systems (SoS) の安全性・信頼性とイノベーションを両立」させるシステムに関する実証実験を NEDO の委託を受けて実施している。このようなシステムの実現には、さまざまなステークホルダーとの調整や合意形成が必要であることが予想される。

本稿は実証実験の一貫として行なった先行事例に関する調査の一部をレポート化したものであり、事業主体のあり方、各種法令/規制との整合性確保と先進性の実現に必要な活動、ユーザや地域住民への説明と合意形成などに関して多くの示唆を与えるものとなっている。

### 1. SoS としてのロボット・システムの意味と社会実装に向けた挑戦

SoS の特性は、独立した複数のシステムが協調することで、個別の役割を超えた高度なサービスを実現する点にある。そしてロボット・システムを SoS として捉えることの意味は、単独のロボットでは提供できない価値を、複数のシステム間の相互連携によって生み出すことにある。本稿では、医療、介護、商業、宿泊施設など多様な領域において複数のロボットが導入され、それぞれが異なる環境やニーズに応じて機能することを目指した「さがみロボット産業特区」の事例に焦点を当てる。そしてその取り組みの中で、複数のロボットが同一空間で連携する際の運用ルール策定や、導入実証の準備段階から運用後までの安全性の確保、さらに異なる監督官庁や行政機関との法令調整など、組織的な調整がどのように行われたのかを考察する。さらに、ロボットの導入における新たな課題に対して柔軟に対応するためのアジャイル・ガバナンス体制に確立にむけたヒントを得ることを目指す。

### 2. 神奈川県計画と「さがみロボット産業特区」の導入実証の概要

#### 2-1. 神奈川県の取り組み事例（さがみロボット産業特区、ロボット導入実証）の概要<sup>1)</sup>

- a) 当事業は、国による地域活性化総合特区計画に基づき地域活性化総合特区として 2013 年 2 月に「さがみロボット産業特区 ～ロボットで支える県民のいの

ち～」として指定を受けた。

- b) 対象地域は、神奈川県下の 10 市（相模原市 平塚市 藤沢市 茅ヶ崎市 厚木市 大和市 伊勢原市 海老名市 座間市 綾瀬市）、2 町（寒川町 愛川町）の神奈川県中部エリアである。
- c) 活動目的は、「生活支援ロボットの実用化を通じた県民生活の安全・安心の確保及び地域経済の活性化」であり、そのために、ロボットの開発・実証実験の促進、普及啓発や関連産業の集積促進を行ってきた。
- d) 活動期間は、第 1 期計画（2013 年度から 2017 年度）、第 2 期計画（2018 年度から 2022 年度）、第 3 期計画（2023 年度から 2027）の 3 期からなる。
- e) 第 3 期計画では、中小企業のロボット産業への参入支援、ロボットの社会実装の加速化といった施策が予定されている<sup>2)</sup>。

## 2-2. 第 2 期（2021 年および 2022 年）におけるロボットの導入実証の概要

第 2 期における導入実証は、図表 -1 に示す通りであった<sup>3)</sup>。

図表 -1 第 2 期（2021 年、2022 年）の導入実証実績

| 導入先施設カテゴリ | 導入先名           | 概要                  |
|-----------|----------------|---------------------|
| 医療施設      | 湘南鎌倉総合病院       | ストレッチャー搬送ロボット       |
|           |                | フロア案内ロボット           |
|           |                | 入退院説明ロボット           |
|           |                | 院内誘導ロボット            |
|           |                | 搬送（重量物）ロボット         |
|           |                | 清掃ロボット              |
| 宿泊施設      | 湯本富士屋ホテル       | 配膳・下膳ロボット           |
|           |                | 案内ロボット              |
|           |                | 食材納品支援ロボット          |
| 商業施設      | アリオ橋本          | 品出し支援ロボット           |
|           |                | 買い物カゴ・カート回収運搬支援ロボット |
|           |                | アテンドロボット            |
|           |                | 案内ロボット              |
|           |                | 配膳ロボット              |
|           |                | 清掃ロボット              |
|           | ODAKYU 湘南 GATE | 案内システム              |

出所）神奈川県資料を筆者らが編集

これらの導入実証に際して、施設側に対しては、以下のような要件が設定された。

- 導入実証の準備・実施：ロボット企業との打合せ参加，ロボット導入実証に必要な情報を提供，ロボット稼働に必要な環境（例：電源，通信など）を整備
- 施設のスタッフが自らロボット等の操作・運用，操作・運用に必要な研修受講，適切な運用体制の整備
- 効果検証への協力

また、施設側の課題解決ニーズに応じて、ロボットによる実証を実施するロボット企業側に求める安全面に関する要件が、以下の通り設定された。

- 応募対象ロボット等については、安全面への配慮を最優先事項とする。ロボット等のデザインや機能については、利用者に優しいものとし、施設での使用に適さない機能及び違法性のある機器は応募の対象外とする
- ペースメーカー等、医療機器への影響が懸念される機器については、導入実証の際に周囲への注意喚起をするなど、安全性に最大限に配慮すること。その他、実施場所の安全・適正な運営の観点から、制限や制約を課す場合がある
- 次に掲げる事項に該当する機器の導入実証は禁止とする
  - 火花の発生や火気、発煙を生じ得る機器
  - エンジンその他内燃機関による駆動を必要とする機器
  - 多量の発熱がある機器
  - 高圧ガスや可燃性ガスを使用する機器
  - 騒音・振動・空振を発生させる機器
  - 臭気を発生させる機器
  - 大電力の使用が必要な機器
  - 不安定な化学物質・放射性物質・毒性のある物質を使用する機器
  - 事故や発火が相次いでいる機器
  - 発火歴のあるバッテリーを使用し、その対策が講じられていない機器
  - 鋭利な部分を有し、人に危害を加える恐れのある機器
  - 施設における円滑な業務運営に支障が生じる恐れのある機器
  - 医療機器への電波干渉の恐れのある機器
  - その他、公序良俗に反する機器
- 「生活支援ロボット及びロボットシステムの安全確保に関するガイドライン（第一版）」<sup>4)</sup> の「4. 実証実験実施者の責務」に準拠したものであること
- 導入実証にあたり、ロボット企業等は対象施設の特徴や制約、導入実証するロボット等の種類、台数に応じて適切な運用方法を施設側に提案するとともに、施設の利用者等に危害が及ばないように、施設スタッフに対する説明会、操作研修会等を実施すること
- ロボット企業等は、導入実証に先立ち、対象施設において動作テスト（試験運用）を行うこと
- 導入実証開始前及び導入実証中に、追加的な安全対策が必要となった場合には、選定施設に協力し安全性の担保に努めること（選定施設の円滑な業務運営に支障をきたす場合には、プロジェクトを停止又は中止する可能性あり）

- 導入実証中にロボット等による事故や苦情が発生した場合、選定施設及びロボット実装促進センターに過失がない限りは、ロボット企業等がその責任を負うものとする
- ロボット企業等は、導入実証による事故等を対象とした賠償責任を補償する保険に加入する（保険料は本事業の経費支援の対象に含む）とともに、導入実証により発生した対人・対物の損害に対し、ロボット企業等がその費用を負担すること

ロボット企業からの提案は、有識者による審査会において、以下の評価基準に従って採否を決定することとされた。

図表-2 有識者審査会の評価項目と審査点

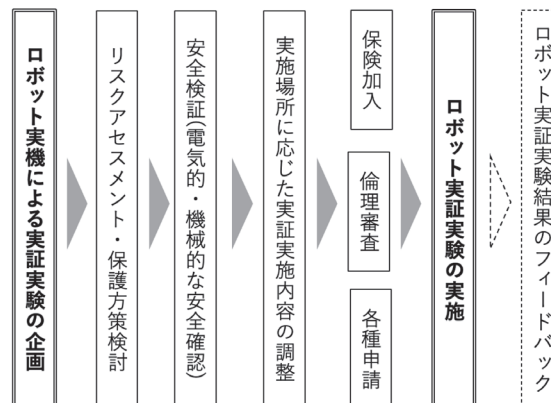
| 評価基準の項目 |             | 審査の視点                                           |
|---------|-------------|-------------------------------------------------|
| 1       | 取組の有効性      | 応募者が提案するロボット等の活用が、施設が抱える課題の解決につながるか             |
| 2       | 実装への発展性     | 導入実証の終了後、応募者が提案するロボット等について、施設への実装が期待できるか        |
| 3       | 成果の水平展開の可能性 | ロボット等の導入実証の成果が、県内の他施設、同種・類似施設の参考事例となるか          |
| 4       | 取組の実施体制     | 事前準備から導入実証の実施、効果検証に必要なデータの収集まで、適切に完遂できる実施体制があるか |
| 5       | 取組の安全性      | ロボット等の安全性が確保されているか。また、安全確保のための準備・計画が適切であるか      |

出所) 神奈川県

評価項目5の取組の安全性については、具体的な評価基準は明らかにされていないが、ロボット等のハード・ソフト面の安全性確保、安全性が担保された運用方法、導入前後の施設に対する安全な運用のサポート、トラブル発生時の対応方法（緊急停止など）」などがロボット企業に求められた。

過去のロボット実証実験においては、図表-3に示すプロセスを満たすことをロボット企業側あるいはロボット導入施設側に求めてきたことが公表されている。

図表-3 ロボット実証実験における要求プロセス



出所) 神奈川県資料を基に筆者らが作成

### 2-3. 第2期導入実証で行われた各種調整とその結果

第2期導入実証を行うに際して、法令／条例の規定の緩和などの調整が実施され、その結果が第三期の「地域活性化特別区域計画」<sup>5)</sup>の中で、国との協議の結果、現時点で実現可能なことが明らかとなった措置として報告されている。

#### ■ 医療機器製造販売承認等の手続の円滑化（薬事法）

企業等が実証実験にあたって医療機関に協力を求めること等について、薬事法上の運用等が示されたことにより、様々なロボットに係る薬事相談や、医療関係者が協力した実証実験等の円滑な実施が可能となった。

#### ■ 利用できる周波数帯や利用場所の拡大及び手続の円滑化（電波法）

電波のシールドが一定の条件を満たせば、実験試験局の免許不要で UWB 帯を使った屋外実証も可能との見解が示され、被災者探索ロボットの実証実験が実現した。また、実験試験局の免許が必要となる場合についても、手続の円滑化について総務省の協力が得られている。

#### ■ 道路使用許可手続の簡略化（道路交通法）

県警本部との調整により、一回の申請で得られる許可期間が最大 14 日間まで延長され、公道を使った実証実験の円滑な実施が実現した。

#### ■ 「県版特区」の推進（都市計画法）

「市街化調整区域に工場等が立地する場合の開発許可基準」や「市町村が地区計画を定める場合における都道府県協議の廃止」について、一定の条件の下で地域独自の緩和が可能との見解が示され、県が権限を持つ規制の緩和を行う「県版特区」が実現した。

#### ■ 「超音波診断ロボット」を活用した遠隔診療（医師法）

一定の条件の下で、遠隔診療に「超音波診断ロボット」を活用可能との見解が示され、同ロボットの実証実験が実現した。

#### ■ 介護ロボットへの介護保険適用の促進（介護保険法）

介護保険適用の提案について、「介護保険福祉用具・住宅改修評価検討会」へ本特区から具体のロボットについて提案を行った。なお、従来は 3 年に 1 度であった同手続きは、平成 27 年度から随時受付とされ、今後も本特区からの提案が可能となっている。

- 介護保険特定福祉用具導入時の地方自治体の補助制度との併用（介護保険法）  
厚生労働省から、介護保険給付と地方自治体の一般財源による補助との併用が可能との見解が示されたことにより、介護ロボットの導入費用の低減につながり、普及が促進されることとなった。
- 訪問介護員や介護支援専門員による服薬支援（カセット交換）の実施（医師法、歯科医師法、保健師助産師看護師法、薬剤師法、平成 12 年 3 月 17 日老計第 10 条厚生省老人保健福祉局老人福祉計画課長通知）  
厚生労働省から、現行法令で対応可能（ただし当該行為に係る介護報酬の取扱いについては各自治体（市町村）が判断）との見解が示されたことにより、服薬支援ロボットの普及が促進され、安定した服薬管理が実現することとなった。

### 3. System of Systems (SoS) の導入から見たインプリケーション

#### 3-1. SoS アーキテクチャ面から見た第 2 期導入実証の解釈とインプリケーション

SoS は、SoS を構成するサブシステムが協調動作することによる高次の秩序を持つシステムである（徳田、稲葉、山田、浅井 2023）<sup>6)</sup>。本稿で紹介した導入実証事例は、SoS におけるサブシステムに相当するものである。SoS のアーキテクチャ面あるいは SoS を構成する要素に関して、導入実証で明らかになったことは、以下の通りである。

- 3-1-a. SoS レベルの安全の前提となるサブシステムとしてのロボットの安全性に関しては議論が深まっており、あらかじめ設定された使用環境では十分な安全の担保が確保できる域に達している。
- 3-1-b. 一方で、複数の異なるロボットのシステムを統合してより高度なサービスとすることは具体的に想定されていない。そのことから、システム連携に必要な要件の検討までには達していない。

#### 3-2. SoS の導入環境構築面から見た第 2 期導入実証の解釈とインプリケーション

2-3 節での報告の通り、ロボットの導入実証時に、特区制度を活かして監督官庁や行政と法令／規制に関して様々な調整、緩和策の設定、許可条件の特例などが行われた。このことは、SoS の社会実装時に考慮すべき法令／規制が多岐にわたることを予想させ、その解決には次のような対策が要求されると考える。

- 3-2-a. SoS のサービス提供者やサブシステム提供者にとり、複数の監督官庁や行政機関との交渉の窓口となり得る組織の準備（ガバナンス主体の確定）
- 3-2-b. 個々の法令／規制毎に設定される安全要件や運用要件の調停あるいは調整を行う組織あるいは上位法規の準備（二重ループモデルに基づくアジャイル・ガバナンス）

スの構築)

3-2-c. 複数のロボットサービスが同一空間で展開する時の上位の運行ルールの策定 (ガバナンス主体による裁量範囲)

### 3-3. SoS のガバナンス面から見た第2期導入実証の解釈とインプリケーション

第2期導入実証におけるシステム環境の構築, 運用, トラブルへの対処などは, 神奈川県あるいは神奈川県立産業技術総合研究所 (KISTEC)<sup>7)</sup> が責任を持って行っている。3-2節までで個々のロボットシステムのガバナンスに関しては, 神奈川県および KISTEC が期間限定ながら現行法下でも運用次第で実現できることを示している。しかし第2期導入実証における成果を特区内における実装から社会実装に拡大する際の課題は, 以下の通りであると考ええる。

#### 3-3-a. 責任の明確化と補償体制の構築

個々のロボットシステムの事故／不具合責任の所在は比較的明瞭であると考えられるが, SoS の責任の所在の確認は, 「徳田ほか 2023」が主張する通り困難, あるいは多大な時間を要するものとなるだろう。この問題に対処するためには, 「徳田ほか 2023」が主張する SoS の状態毎のステークホルダーの明確化と責任の特定を行なっておくことが有効であると考ええる。加えて, 被害者救済のための迅速に補償を行うための制度についての検討も必要であると考ええる。

#### 3-3-b. アジャイル・ガバナンスに向けたガバナンス体制の構築

3-2節で考察した通り, SoS の社会実装では, 多数の法令／規則が関与する。これに対処するためには, 法令／規制の目的, 組織／制度的設計, 権限といった大枠を決定するプロセスと, それに則り, 運用細則の決定や現実的問題への対処／調整を迅速かつ柔軟に行う組織が担うプロセスの並走が求められると考える<sup>8)</sup>。このようなガバナンス体制は, 例えば県レベルでも構築されるべきであるが, より広域かつ新産業へのインパクトを考えるのであれば, 国レベルでの制度設計を訴える必要があると考える。

### 謝辞

この成果は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP22006) の結果得られたものです。

### 【注】

- 1) <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/sr4/cnt/f430080/sagamigaiyou2018.html>
- 2) [https://www.pref.kanagawa.jp/documents/46144/sagami\\_keikaku.pdf](https://www.pref.kanagawa.jp/documents/46144/sagami_keikaku.pdf)
- 3) ロボット導入サポートブック <https://www.pref.kanagawa.jp/documents/97808/robohon1.pdf>
- 4) 生活支援ロボット及びロボットシステムの安全性確保に関するガイドライン（第一版）<https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/Open/2016/SWG2GL.pdf>
- 5) さがみロボット産業特区第3期計画書 [https://www.pref.kanagawa.jp/documents/46144/sagami\\_keikaku.pdf](https://www.pref.kanagawa.jp/documents/46144/sagami_keikaku.pdf)
- 6) 徳田，稲葉，山田，浅井 2023, 「System of Systems の特性とステークホルダーの分析，及び，ガバナンスに関する論点整理の試み」, 『デザイン科学研究 vol.3 pp.215-228』
- 7) <https://www.kistec.jp/>
- 8) 経済産業省「アジャイル・ガバナンスの概要と現状」<https://www.meti.go.jp/press/2022/08/20220808001/20220808001-a.pdf>

### 【参考文献】

- 徳田，稲葉，山田，浅井 2023, 「System of Systems の特性とステークホルダーの分析，及び，ガバナンスに関する論点整理の試み」, 『デザイン科学研究 vol.3 pp 215-228』
- 神奈川県「さがみロボット産業特区」とは？, Website <https://sagamirobot.pref.kanagawa.jp/about/>（2024年1月30日閲覧）
- 神奈川県「平成25年度ロボット実証実験支援事業結果報告集（さがみロボット産業特区協議会）」, Website <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/sr4/cnt/f430080/p753296.html>（2024年2月12日閲覧）
- 神奈川県「さがみロボット産業特区の概要」, Website <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/sr4/cnt/f430080/sagamigaiyou2018.html>（2024年2月10日閲覧）
- 神奈川県「ロボット導入サポートブック」, Website <https://www.pref.kanagawa.jp/docs/sr4/jisso2022.html#robohon>（2024年1月20日閲覧）
- 神奈川県「令和5年度ロボット実証促進センター 導入実証サポート 施設募集要項」, Website [https://www.pref.kanagawa.jp/osirase/0604/jisso\\_center/assets/pdf/apply\\_requirements.pdf](https://www.pref.kanagawa.jp/osirase/0604/jisso_center/assets/pdf/apply_requirements.pdf)（2024年1月10日閲覧）
- 神奈川県「令和5年度ロボット実証促進センター 導入実証サポート ロボット企業募集要項」, Website [https://www.pref.kanagawa.jp/osirase/0604/jisso\\_center/assets/pdf/apply\\_robot.pdf](https://www.pref.kanagawa.jp/osirase/0604/jisso_center/assets/pdf/apply_robot.pdf)（2024年1月10日閲覧）
- 経済産業省「生活支援ロボット及びロボットシステムの安全確保に関するガイドライン（第一版）」, Website <https://www.jmfrri.gr.jp/content/files/Open/2016/SWG2GL.pdf>（2023年12月21日閲覧）
- 神奈川県「さがみ産業特区第3期計画書」, Website [https://www.pref.kanagawa.jp/documents/46144/sagami\\_keikaku.pdf](https://www.pref.kanagawa.jp/documents/46144/sagami_keikaku.pdf)（2023年12月24日閲覧）

## **SoS Issues in the Kanagawa Prefecture Sagami Robot Industry Special Zone Robot Introduction Case Study**

**Kenichi Minoji\***

**Akio Tokuda\*\***

**Mitsuyuki Inaba\*\*\***

**Tatsuo Asai\*\*\*\***

### **Abstract:**

Following the designation of the “Sagami Robot Industry Special Zone” (a comprehensive special zone for regional revitalization) by the Japanese government in February 2013, the target areas of Sagamihara City, Hiratsuka City, Fujisawa City, Chigasaki City, Atsugi City, Yamato City, Isehara City, Ebina City, Zama City, Ayase City, Sagawa City and Aikawa Town have been promoting the development and demonstration of robots to “ensure safety and security in the lives of prefectural residents and to stimulate the local economy through practical application of life support robots. The development of robots, promotion of demonstration tests, dissemination and awareness-raising, and promotion of the concentration of related industries have been conducted in Aikawa Town. This paper presents an overview of Kanagawa Prefecture’s plan and implementation demonstration, interprets it based on the framework presented in “Characteristics of System of Systems, Stakeholder Analysis, and an Attempt to Arrange Issues Related to Governance (Tokuda, Inaba, Yamada, and Asai 2023),” and discusses the extraction of near-term issues of SoS-based system implementation.

### **Keywords:**

Complex System, System of Systems(SoS), Robot, Agile governance

### **Acknowledgment**

This working paper is based on results obtained from a project, JPNP22006, commissioned by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO).

---

\* Ritsumeikan University, Visiting Researcher, Institute of Design Science, Ritsumeikan University, Associated Researcher

\*\* Ritsumeikan University, Faculty of Business Administration Professor

\*\*\* Ritsumeikan University, College of Policy Science Professor

\*\*\*\* Ritsumeikan University, Visiting Researcher, Institute of Design Science, Ritsumeikan University, Associated Researcher