

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成25年度研究開発実施報告書

研究開発プログラム

「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト

「救命救急サービスを核とした地域の安心・安全を
創出する知的社会サービス基盤の創生」

濱上 知樹

(横浜国立大学大学院工学研究院、教授)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の要約	2
2 - 1. 研究開発目標	2
2 - 2. 実施項目・内容	2
2 - 3. 主な結果	3
3. 研究開発実施の具体的内容	4
3 - 1. 研究開発目標	4
3 - 2. 実施方法・実施内容	4
3 - 3. 研究開発結果・成果	7
3 - 4. 会議等の活動	8
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	9
5. 研究開発実施体制	9
6. 研究開発実施者	10
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	12
7 - 1. ワークショップ等	12
7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	12
7 - 3. 論文発表	12
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	13
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	13
7 - 6. 特許出願	13

1. 研究開発プロジェクト名

救命救急サービスを核とした地域の安心・安全を創出する知的社会サービス基盤の創生

2. 研究開発実施の要約

2 - 1. 研究開発目標

本研究開発プロジェクトでは、公共サービスを対象に、地域共創・知的循環型サービスの設計・運用論を明らかにし、もって知的社会サービス基盤の創生をめざす。そのための技術課題を機械学習・情報科学・エージェントシステム等の知的情報処理と、サービス評価、経済性、受容性を感性に基づき評価する方法論を組み合わせ、汎用的・発展的なサービスモデルを提案する。

これらの方法を、すでに本研究拠点にてシステムを提供している横浜市におけるコールトリアージシステムをもとに、重症度判定のさらなる精度向上、患者・通報者とオペレータのコミュニケーション改善、欧米で導入が進むトリアージサービスを含む高度な救命救急サービスの可能性をさぐり、さらに都市交通等の地域の安心安全を創出する具体的サービスへの展開検討をすることにより、普遍的なサービス科学の実践的研究とする。

最終的には、高度救命救急サービスの社会実装をもとに、サービス科学をサービス評価、経済性、受容性という3つの側面にとらえるモデルを明らかにし、これを一般化・高度化、発展させる理論研究とすることを目標とする。

2 - 2. 実施項目・内容

【調査研究の達成目標】 一 救命救急サービス利用者（被搬送者、地域住民）に対し、救命救急サービスに対するアンケート調査・インタビュー等を実施し、また、通報者とオペレータ間のコミュニケーション効率をバイタルデータで評価する。これらの「感性」に着目した調査結果から、救命救急サービスの高度化にむけた社会的需要を明らかにする。具体的には下記の事項を実施する。

- ① 救命救急サービス利用者（被搬送経験者、通報者）にむけた「現行サービスの課題に関する仮説」（トリアージ時のコミュニケーション不全の問題、時間優先度トリアージに対する需要と受容のバランス）に基づく調査を行う。
 - 現在のサービスに対しての感性アンケート調査を行う
 - トリアージのストレス（コミュニケーション不全、待ち時間）を評価する。
- ② パーソナルフィールドトリアージシステムと、トリアージシステムを連携することによる、コミュニケーション改善の評価、および新たなサービス創出の提案を行う。
 - サービス利用者（通報者）のバイタル感性評価を行う。
 - サービス提供者（オペレータ）バイタル感性評価を行う。

【開発研究の達成目標】 一 トリアージの精度向上と、精度の向上によって可能となる将来の救急医療サービスの姿を示す。調査研究の結果と合わせてこれを実現するためのエビデンスと方法を明らかにし、SMART ERとして実装し、高度救命救急サービスを社会実装する。

- ① トリアージ精度向上のための機械学習アルゴリズムを改良する。
 - 精度 80%を達成し、新たなサービス創造につながる高信頼性を実現する。
- ② 最適トリアージ運用のためのシミュレータを開発する。
 - 優先順位を含むサービス運用の実現性についてシミュレーションによってエビデンスを示す。
- ③ 非常時におけるコミュニケーション不全解消のためのシステムの開発と、トリアージシステムとの連携による新たなサービスの創出をはかる。
 - パーソナルフィールドトリアージとコールトリアージの連携による効率化と信頼性向上を実現する。
- ④ ①～③を合わせた次世代トリアージシステムを核とした高度救命システム（SMART ER）を実装する。

【理論研究の達成目標】— 知的サービスの運用と発展の理論を明らかにし、本研究の一般化をはかる。

- ① 救急救急サービスの共創高度化モデルの検討を行う。
- ② 他の公共サービスの共創・高度化モデルの検討を行う。

2 - 3. 主な結果

H25年度の取り組み成果は以下の通りである。

【調査研究の達成内容】

- ・ 病院内での搬送経験者患者向け満足度調査アンケート実施にむけて、アンケート案、調査目的説明書、調査会社を含めたプロトコルを定め、この案をもとに、研究倫理委員会の許諾(横国大研7-21号)を得るとともに、協力病院への働きかけを行い、3病院からの内諾を得た。これにより、病院内アンケート実施に必要な諸条件をすべて充足させた。
- ・ 大規模アンケートにむけて、過去の調査事例について情報収集を行い、規模と方法を明らかにし、実施経験のある業者と事前調査の準備が整った。

【開発研究の達成内容】

- ・ 高度救命救急サービスにおいて解決すべき課題として、トリアージの判定精度、待ち時間、コミュニケーション不全の3点を重点的に扱う方向性を定め、これらを解決するための技術的要件、感性実験方法を定めた。
- ・ 高度救命救急サービスの基盤となる、トリアージ精度向上にむけた新たなアルゴリズムを開発し、80%を超える精度を達成した。

【理論研究の達成内容】

- ・ サービス科学全体への波及効果、汎用性のある理論構築にむけて、都市交通や福祉サービス、環境サービスの分野で、プラクティスの収集と、救命救急サービスとの連携について議論を進めた。

3. 研究開発実施の具体的内容

3 - 1. 研究開発目標

研究初年度となるH25年度では、本プロジェクト開始当初の全体計画を見なおし、現在のトリアージシステムに対する搬送経験者等の調査を初年度から前倒しで実施することで、救命救急システムの高度化の具体的姿を明らかにすることを目標とした。また、高度化のポイントを

1. サービスの信頼性を担保するトリアージ精度の更なる向上
2. 通報者とオペレータのコミュニケーション改善
3. サービス待ち時間の調整を含む欧米型コールトリアージの評価

と定め、これらの実現にむけた方法の検討、技術的要件洗い出し、一部実施を目標と定めた。

これらの見直しに伴い、研究期間全体を3つのサイクルに分割し、1次、2次調査結果を順次システムに反映させることを計画した。下記に見直し後の全体計画を示す。

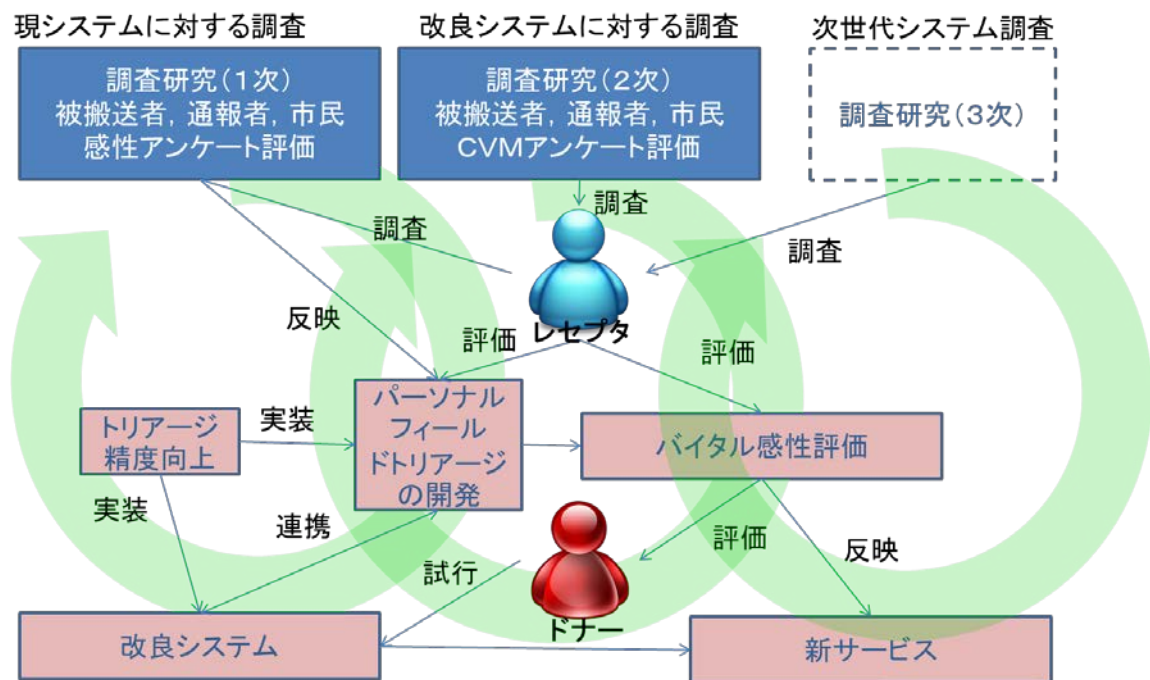


図1 調査研究計画とトリアージシステムの高度化の手順

3 - 2. 実施方法・実施内容

【調査研究の実施方法・実施内容】

搬送経験者からの直接的アンケートを実施するために、1次、2次、それ以降の調査項目を以下のPDCAサイクルの中で位置づけた。

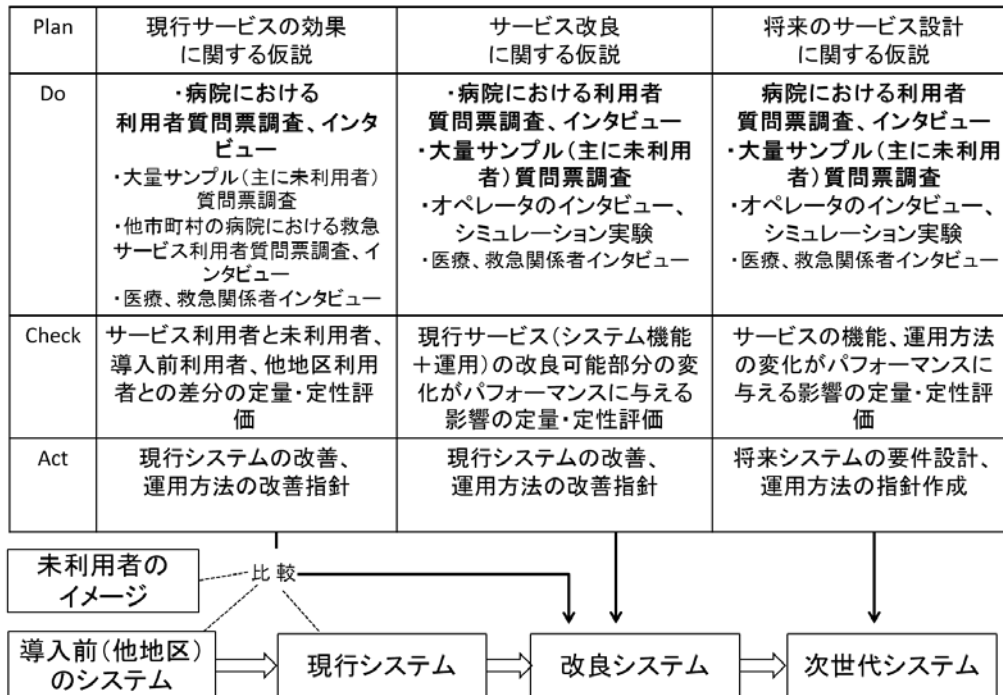


図2 調査研究におけるPDCAサイクル

H25の取り組みとしては、大規模な1次調査をH26年度初旬に実施するための検討と準備を進めることに注力し、そのための準備を整えた。

- トリアージシステムの課題や、現在の救命救急サービスに関する要望を調査するための、搬送経験者からのアンケート調査、および、救命救急管制におけるインタビューの実施にむけて取り組んだ。一次アンケートにおいては、ACSI（: American Customer Satisfaction Index）、JCSI（: Japanese Customer Satisfaction Index）をベースにサービスの公共性を加味したCSI（顧客満足度）調査の仕様を定めた。この調査により、救命救急サービスに関する現状・問題的の把握と分析が行える。そのための、救命救急サービスのベネフィット、リスク、コストを勘案したサービスモデルに結びつく項目を列挙し、これをアンケートとしてとりまとめた。
- 満足度アンケートを病院内にて搬送経験者患者から直接情報を得ることに関し、研究調査の倫理的配慮および個人情報の取り扱いに関する諸問題を慎重に判断するために、大学内倫理委員会における審議を進めた。審議にあたり、患者への重要事項説明書、承諾書を準備するとともに、一部業者委託をするにあたって、「疫学研究に関する倫理指針」（平成14年 文部科学省、厚生労働省）および「統計調査における民間事業者の活用に係るガイドライン」（平成17年 総務省）業者が遵守すべき事項をまとめた規約を遵守した調査プロトコルを採用した。
- 作製されたアンケート案をもとに、実施協力病院への説明を行い、3箇所での協力病院を選定するとともに、より効果的な調査とするために、病院関係者からアンケート内容・方法について助言・要望を受け、これを反映させた。
- 病院内のみならず、比較的通報頻度・体験が多いと思われる介護福祉施設等におけるアンケートの可能性について働きかけを開始した。

【開発研究の実施方法・実施内容】

次世代の高度救命救急サービスにおいて解決すべき課題として、以下の3点の仮説をたて、これらを解決するための技術的要件、感性情報を用いた実験をH26から開始する準備と体制を整えた。

1. トリアージの判定精度向上にむけた取り組み

現在のトリアージの精度は、定められた運用条件を満たすためにオーバートリアージ（需要より過剰なリソースが使用されるケース）に寄った判定になりがちである。全体としてフェールセーフな判定になっているものの、新たなサービスを施行するためにはさらに効率を高める必要がある。本プロジェクトが目指す高度な救命救急サービスでは、重症度の判定精度をさらに高め、リスク・ベネフィット・コストのバランスの中で、もっとも安心・安全なサービスが可能な性能を実現することをめざしている。その目安として、判定精度80%を目標とした。そのために、これまで蓄積された35万件の救命救急データと機械学習アルゴリズムの改良により、従来の研究の成果を凌駕する精度の実現を目指した。具体的には、症例空間を最適に分割した後にSVMによる判定を行う手法と、アンサンブル学習であるRandom Forestを組み合わせる方法を実装し、大規模な評価実験を行った。

2. 非常時コミュニケーション不全による時間遅れ、焦り、不安の評価方法

高度救命救急サービスを実現する上で課題となる事項として、電話口での非常時コミュニケーション不全がある。この問題は、過去の調査やパブリックコメントにおける意見、我々が行った各所でのインタビューからも抽出された課題である。救命救急サービスでは、ドナーとレセプタのインタフェースは電話口での会話に制約されており、トリアージに必要な情報が十分得られないまたは誤っている場合が多い。特に、非常時においてはレセプタ、ドナーともにコミュニケーションの不全が生じやすくなり、結果的にサービスの低下につながっている。本研究では、このような非常時のサービスにおけるコミュニケーションの方法論について、科学的に評価することを目的に、バイタルデータ等の感性情報によって、高度救命救急に必要なインタフェースを評価することを計画した。具体的には、シミュレーション環境におけるオペレータと通報者側のバイタルデータ、振る舞いを観測し、コミュニケーション不全が生じる原因を明らかにする方法を検討した。

3. ディスパッチの優先順位を動的に調整するサービスの実現性評価

現在のトリアージの方法は、救命救急リソースを最適配分することにより、単位時間あたりのサービス供給数を最大化することを目的にしている。一方、欧米式のトリアージでは、救命救急リソースの最適配分ではなく、ディスパッチの優先順位を決定することで、重症度に応じた最適化を図っている。本研究では、日本において優先順位を行うことで生じるリスクとベネフィットを分析し、その上で、どのような技術的ブレークスルーによって、サービスの質を落とさずに公正なサービスが実現できるのかを調査し、その結果をもとに、アンケート等にて社会的受容の評価を行う計画を立てている。H25年度には、このシミュレーションを行うための調査を行った。

【理論研究の実施方法・実施内容】

H25年度計画においては、理論研究への着手は含まれていないが、当初計画にあった、CMMI-SVC, USML等のサービス記述、サービス評価の方法論についての検討は、当面着手せず、サービス科学全体への波及効果、汎用性のある理論構築にむけて、都市交通や福祉サービス、環境サービスの分野で、プラクティスの収集に努めることを確認した。

3 - 3. 研究開発結果・成果

【調査研究の結果・成果】

- 過去の調査内容の調査、調査項目の検討、アンケートの素案についてメンバー内で議論を進めた。
 - 病院内にて実施する被搬送者向けアンケート、アンケート実施説明書、承諾書等を完成させ、倫理委員会での検討を経て承諾が得られた。
 - 調査の内諾が得られた協力病院3院が決定した。
 - 実施にあたり、仲介の調査会社とのプロトコルを作製した。
- 以上の成果により、H26年度にアンケート実施に必要な条件がすべて整った段階にある。

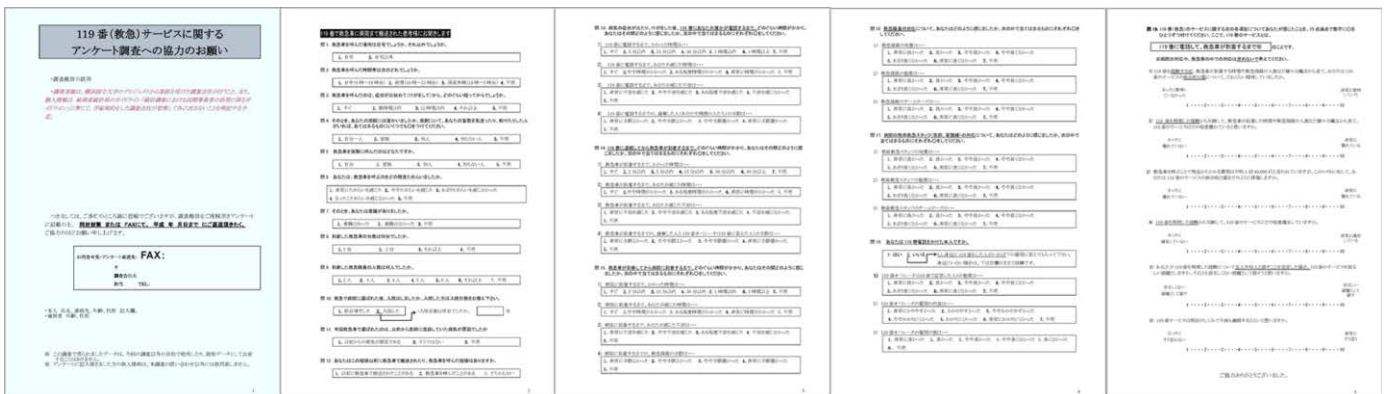


図3 病院内被搬送者向けアンケート(満足度調査)

【開発研究の結果・成果】

- 重症度判定性能向上の取り組みとして、2つの方法を試行し、年度内目標としていた精度(70%)を超える性能(80%)を得ることができた。
- 新たなトリアージシステムとして実装し、35万件の救命救急データに対するクロスバリデーションを実施した結果、運用条件を満たしたまま精度を向上できることを確認した。
- H25年度の成果は、論文誌、学会誌解説、国際会議で発表され、論文賞を受賞、論文が書籍に掲載されるなど、高い評価をいただいている。
- これらの精度向上により、高度救命救急サービスを実現するための基盤となる重症度判定の信頼性に一定の目処がたち、今後のサービス展開にむけて大きな進展となった。

- すでに運用をしているトリアージシステムをバージョンアップした改良版を、実サービスとして消防局に導入し、運用を開始した。新たなシステムでは、ドナー側の要望に基づき、インタフェースの改良、評価項目の修正、精度の向上が図られている。このシステム導入に先立って、横浜市消防局と横浜国大間で、本システムに関する著作物利用許諾契約書が締結され、今後のシステム運用についてのルールが整備された。



図4 改良版重症度識別システム（トリアージシステム）

【理論研究の結果・成果】

H25年度では、社会サービスグループを中心に他の公共サービスで行われる社会調査の方法や具体的サービスのあり方について情報交換をすすめている。今後、アンケート等の調査結果にもとづき、リスク、ベネフィット、コストの分析に基づく最適なサービス運用条件についての議論を開始する。

3 - 4. 会議等の活動

- ・ 実施体制内での主なミーティング等の開催状況

年月日	名称	場所	概要
平成25年10月22日	第1回プロジェクトミーティング	横浜国立大学 電子情報工学科棟大会議室	プロジェクト全体計画の確認、H25年度計画の具体的活動の確認、採択時コメントに対する対応。
平成25年11月26日	感性脳科学拠点ミーティング	横浜国立大学 環境情報学府	プロジェクト内で実施する感性評価方法についての具体的議論、アンケート案の作成準備および議論
平成25年12月16日	第2回プロジェクトミーティング	横浜国立大学 電子情報工学科棟大会議室	PO指摘事項に対する回答案の確認、年度内達成事項の確認と、予算案の確認

平成25年1月 22日	感性脳科学拠点 シンポジウム	横浜国立大学 メディアホール	プロジェクト計画の紹介，トリアージシステムの公開スケジュールの紹介
平成25年2月 19日	第3回感性脳情報 科学ワークショップ	NTTデータ研 究所	感性脳情報科学コンソーシアム企業向け説明
平成25年2月 24日	第3回プロジェクト ミーティング	横浜国立大学 電子情報工学 科棟大会議室	アンケート具体案の確認，倫理委員会申請内容の確認，協力病院リストの作成。来年度計画の議論。

4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

現在のトリアージシステムの判定アルゴリズム（特許申請済）を基にした，改良アルゴリズムを実装したプログラムを無償公開する方針を固め，神奈川県記者懇談会にてプレゼンテーションを行い，大きな反響を得た。

5. 研究開発実施体制

(1) 知的サービスグループ

- ① 濱上知樹（横浜国立大学大学院工学研究院、教授）
- ② 救急医療BigDataを用いた知的コールトリアージの実現と高度化，地域共創・循環型サービスへ移行するためのフィールドトリアージの設計・実装

(2) 感性サービスグループ

- ① 長尾智晴（横浜国立大学大学院環境情報学研究院、教授）
- ② 「感性」を軸としたサービス評価の方法論，「感性」に着目したサービスプロセスモデルと改善と再設計のための設計法の検討

(3) 社会サービスグループ

- ① 中村文彦（横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院、教授）
- ② 他のサービスへの転用，ベストプラクティス事例による理論検証

(4) 医療サービスグループ

- ① 大重賢治（横浜国立大学保健管理線 g ター、教授）
- ③ 救急医療BigDataを用いた知的コールトリアージの実現と高度化，地域共創・循環型サービスへ移行するためのフィールドトリアージの設計・実装

6. 研究開発実施者

研究グループ名：知能サービスグループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	濱上知樹	ハマガミ トモキ	横浜国立大学大学院 工学研究院	教授	研究総括 知的トリアージシステム のソフトウェア設計・実装
	藪田哲郎	ヤブタテ ツロウ	横浜国立大学大学院 工学研究院	教授	知的サービスのミドル ウェア・ハードウェア 開発支援
	竹村泰司	タケムラ ヤスシ	横浜国立大学大学院 工学研究院	教授	知的サービスのエレクトロ ニクス・ハードウェア 開発支援

研究グループ名：感性サービスグループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	長尾 智晴	ナガオトモ ハル	横浜国立大学大学院 環境情報研究院	教授	グループ総括 感性情報の取得・解 析・モデル化
	藤江 幸一	フジエコウ イチ	横浜国立大学大学院 環境情報研究院	教授	ヒューマンディメン ジョンにおける感性 の定位
	岡嶋 克典	オカジマカ ツノリ	横浜国立大学大学院 環境情報研究院	准教授	感性情報の定量化と 心理物理実験
	杉山 久仁子	スギヤマク ニコ	横浜国立大学大学院 教育人間科学部	教授	感性情報の表層要素 の収集・分析
	薩本 弥生	サツモトヤ ヨイ	横浜国立大学大学院 教育人間科学部	教授	感性情報の深層要素 の測定・計測・評価

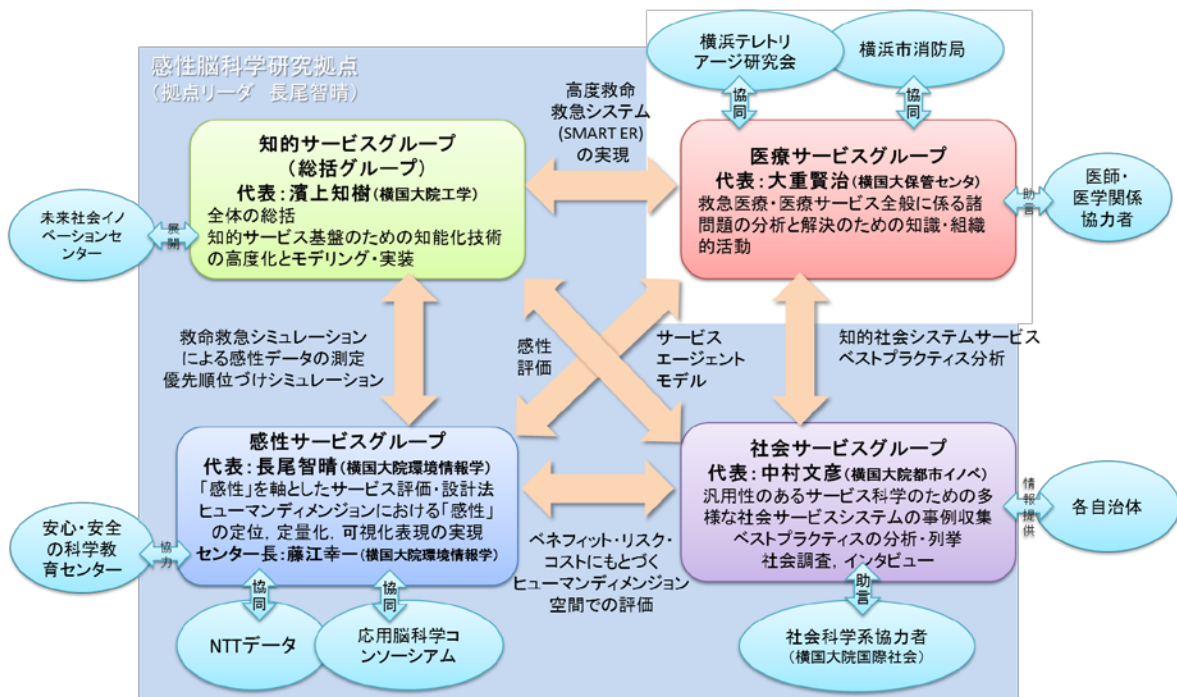
研究グループ名：社会サービスグループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	中村 文彦	ナカムラフ ミヒコ	横浜国立大学大学院 都市イノベーション 研究院	教授	公共社会サービスの 事例情報収集，ベスト プラクティスの分

					析, モデル化
	大原 一興	オオハラカズオキ	横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院	教授	社会福祉・施設サービスの事例情報収集, ベストプラクティスの分析, モデル化
	竹田 陽子	タケダヨウコ	横浜国立大学大学院環境情報研究院	教授	社会流通・ロジスティクスサービスの事例情報収集, ベストプラクティスの分析・モデル化

研究グループ名：医療サービスグループ

	氏名	フリガナ	所属	役職(身分)	担当する研究開発実施項目
○	大重 賢治	オオシゲケンジ	横浜国立大学保健管理センター	教授	グループ総括 救急医療トリアージシステムの設計・医療サービス全般にかかる高度化
	藤川 哲也	フジカワテツヤ	横浜国立大学保健管理センター	准教授	救急および公衆衛生サービスの事例収集, 設計支援



7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

7-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成25年1月22日	感性脳科学拠点シンポジウム	横浜国立大学メディアホール	50	プロジェクト計画の紹介、トリアージシステムの公開スケジュールの紹介をした。
平成25年2月19日	第3回感性脳情報科学ワークショップ	NTTデータ研究所	20	感性脳情報科学コンソーシアム企業向けの本プロジェクトの取り組みについて紹介をした。
平成25年3月5日	平成25年度医療ICTシンポジウム	パシフィコ横浜	300	パネルディスカッション「レギュラトリー科学に基づく未来社会イノベーション」にて、本プロジェクトの紹介と、サービス科学におけるレギュラトリーサイエンスの重要性について議論を行った。

7-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、DVD

- ・ 特になし

(2) ウェブサイト構築

- ・ 「感性脳科学拠点Web」 <http://kansei.ynu.ac.jp/>

(3) 学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・ 特になし

7-3. 論文発表

(1) 査読付き（ 2 件）

●国内誌（ 0 件）

●国際誌（ 2 件）

- ・ Syouta Yuniki, Tomoki Hamagami, “High Accuracy of Call Triage Decision by Bayesian Network,” *Electronics and Communications in Japan*, Vol.97 No.1, pp. 62-69, 2014.1
- ・ Kento Yokose, Tomoki Hamagami, “Intelligent Call Triage System with Algorithm Combining Decision-Tree and SVM,” *Soft Computing in Machine Learning, Advances in Intelligent Systems and Computing Vol.273*, pp 21-31, Springer, 2014.3

(2) 査読なし (_____ 件)

- ・特になし

7 - 4. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

(1) 招待講演 (国内会議 _____ 件、国際会議 _____ 件)

- ・特になし

(2) 口頭発表 (国内会議 0 件、国際会議 1 件)

- ・ Kento Yokose, Tomoki Hamagami, Intelligent call triage system with algorithm combining decision-tree and SVM, The 14th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (Daejeon) T5d-1, 2013.11

(3) ポスター発表 (国内会議 2 件、国際会議 _____ 件)

- ・ 高度EHR基盤のための医療モバイルシステムの研究, 平成25年度医療ICTシンポジウム(平成26年3月5日)
- ・ 確率ネットワーク学習による救急救命支援システム知的救急医療環境 - スマートERの実現, 平成25年度医療ICTシンポジウム(平成26年3月5日)

7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿 (_____ 件)

- ・特になし

(2) 受賞 (1 件)

- ・ Best Session Paper Award, The 14th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, (Kento Yokose, Tomoki Hamagami, Intelligent call triage system with algorithm combining decision-tree and SVM) 2013.11

(3) その他 (_____ 件)

- ・特になし

7 - 6. 特許出願

(1) 国内出願 (_____ 件)