

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)  
平成27年度研究開発実施報告書

「科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト

「イノベーション実現のための情報工学を用いた

アクションリサーチ」

梶川裕矢  
(東京工業大学 准教授)

## 目次

1. 研究開発プロジェクト .....	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 .....	2
2 - 3. 主な結果 .....	3
3. 研究開発実施の具体的内容 .....	3
3 - 1. 研究開発目標 .....	3
3 - 2. 実施方法・内容.....	3
3 - 3. 研究開発結果・成果.....	4
(1) 情報工学グループ .....	4
(2) 社会科学グループ .....	16
3 - 4. 会議等の活動 .....	26
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況.....	26
5. 研究開発実施体制 .....	26
6. 研究開発実施者.....	27
7. 関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など .....	30
7 - 1. 主催したイベント等.....	30
7 - 2. その他のアウトリーチ活動.....	30
7 - 3. 新聞報道・投稿,受賞等.....	30
7 - 4. 論文発表,口頭発表,特許.....	31
7 - 5. 学会発表 .....	31
7 - 6. 特許出願 .....	32

## 1. 研究開発プロジェクト

プロジェクト名称「イノベーション実現のための情報工学を用いたアクションリサーチ」  
英語表記 “Action research for realizing innovation with infometric approach”

研究代表者：梶川 裕矢（東京工業大学 准教授）

研究開発期間：平成25年10月 ～ 平成28年9月（36ヵ月間）

参画機関：東京工業大学、東京大学

## 2. 研究開発実施の要約

### 2 - 1. 研究開発目標

本プロジェクトでは、情報工学の手法を用いて論文・特許データの分析、ならびに、ビジネスエコシステムの調査や設計を行う。これにより、イノベーションの実現を目指した研究開発プロジェクトのマネジメントを支援する手法を開発する。

### 2 - 2. 実施項目

#### ①研究開発動向の把握と萌芽的研究領域の抽出

論文及び特許の書誌情報を用い、対象領域における研究開発動向の把握および萌芽的研究領域の抽出を行う。分析対象とする研究開発プロジェクトにおいて実施している研究開発の方向性と分析結果を比較し、その妥当性を検討する。

#### ②複数研究領域の関連性分析による革新的研究開発課題の設計

異なる複数の研究領域の書誌情報を組み合わせて分析することで、新たな研究開発課題の設計支援手法を開発する。これにより、研究開発プロジェクトの新たな方向性を見出すことを可能とする。

#### ③産業展開可能性の評価

萌芽的研究領域および革新的研究開発課題の産業展開可能性を評価するために、論文動向と特許動向の比較分析を行う。時系列分析を実施することで、論文に代表される基礎研究と、特許に代表される産業技術との動的な関連性を分析する。

#### ④ビジネスエコシステムの構造分析

産業技術を事業化する際に重要となる産業構造を分析する。企業等のイノベーションの担い手のみならず、企業における意思決定に影響を与える補完的な事業者や省庁等の関係性を分析することで、戦略や意思決定、行為の連鎖構造を明らかにする。また、そのようなビジネスエコシステムの構造分析を可能とするフレームワークを構築する。

#### ⑤ビジネスエコシステムの設計と評価

ビジネスエコシステムの形成と発展の原理を理論的に解明するために、エージェントベーストシミュレーションを用いて、競争と協調のネットワークのダイナミクスをモデル化する。これにより、ビジネスエコシステムの設計と評価の方法論の開拓に貢献する。

## 2 - 3. 主な結果

- ・自動車の自動運転・運転支援技術および健康医療情報システムに関する研究動向を分析。
- ・自動車の自動運転・運転支援技術に関する異なるステークホルダーに対する費用便益構造を分析。
- ・燃料電池自動車に関するビジネスエコシステムの動的構造を分析。
- ・間接的互惠理論および認知的均衡定理を用いたマルチエージェントアプローチによりビジネスエコシステムの創発プロセスをモデル化。

## 3. 研究開発実施の具体的内容

### 3 - 1. 研究開発目標

本プロジェクトでは、情報工学の手法を用いて論文・特許データの分析、ならびに、ビジネスエコシステムの調査や設計を行う。これにより、革新的な研究開発テーマの設計、産業応用可能性の評価、ビジネスエコシステムや政策・制度の設計支援を行うことを目標とする。さらに、他の研究開発プログラムとの協働によりアクションリサーチとして実施することで、イノベーションの実現を目指す。

### 3 - 2. 実施方法・内容

実施方法

#### (1) 情報工学グループ

論文および特許情報を用いた引用ネットワーク分析及び従来の文献調査により、分析対象とする個々の研究領域における研究開発動向の可視化および埋没研究領域の抽出を行う。また、複数の異なる研究領域および技術領域の関連性を、自然言語処理を用いて分析することで、他領域に展開可能な汎用的な研究課題の抽出や、分野横断領域における革新的研究開発課題の候補の抽出を行う。加えて、萌芽的・革新的研究領域および研究開発課題の産業への展開可能性を、論文と特許の「距離」を測定することで分析する。「距離」の測定は、引用ネットワーク分析を用いたトポロジカルな距離と自然言語処理を用いたセマンティックな距離を組み合わせることで行う。これにより、産業応用可能性の評価や産学連携により推進すべきテーマの抽出を行う。さらに当該研究開発課題が関連する産業における主要なアクターを抽出することで、エコシステムの調査に反映させる。

データは、昨年度に引き続き文部科学省「COI STREAM」ならびに、経済産業省「二酸化炭素削減技術実証試験事業」等が対象としている研究開発領域等を対象に収集した。またデータベースは、機関ライセンスを有する論文データベース(Science Citation Index)、およびトムソンロイター社の特許データベース(Derwent World Patents Index)を新たにライセンス契約し使用した。分析は、研究代表者が既に開発を行っている学術俯瞰システム(<http://academic-landscape.com/>)を用いて分析を行うとともに、一部モデル化にあたって詳細な文献調査を行った。分析対象領域が広範に渡るため、分析対象領域に関する知見を有するリサーチアシスタントを雇用し実施に当たった。

#### (2) 社会科学グループ

ビジネスエコシステムの構造分析を効率的・効果的に行うための分析フレームワークを設計する。ビジネスエコシステムやビジネスモデル、ナショナルイノベーションエコシ

テムに関する先行研究等を調査することで、ビジネスエコシステムの構造を記述し分析するためのフレームワークに関する検討を行う。また、エネルギーや医療等の領域に関するエコシステムの調査を開始する。具体的には、研究開発への協力者等への助言を仰ぎながら、萌芽的技術の開発と商業化に関わるステークホルダー(アクター)を抽出し、当該技術や想定される製品・サービスが既存の技術システム・産業システムに導入される際に各アクターの取り得る意思決定(行動)や相互依存性を分析する。

また、マーケットデザインやエージェントシミュレーション等に関する先行研究を調査し、ビジネスエコシステムに関する理論的根拠を整理する。また、既存の研究成果や事例を整理することで、サプライチェーンやバリューネットワーク、制度等の観点から、エコシステムの構造を類型化し、それぞれの類型について各アクターの取り得る便益等を数理的に解析する。

### 3 - 3. 研究開発結果・成果

#### (1) 情報工学グループ

以下の研究開発領域を対象に、論文および特許データを用いた研究開発動向の把握と埋没的研究領域の抽出、分析を実施した。

##### I. 自動車の自動運転・運転アシスト

「COI STREAM」事業の中でも、名古屋大学が研究対象としている自動車の自動運転や運転アシストは、世界各国でも長年にわたり官民共同にて実現にむけ様々な施策や研究プロジェクトが講じられている分野である。

##### 1. 自動運転技術の俯瞰

昨年度の調査において自動運転分野の論文俯瞰図の作成を試みたが、論文検索のキーワード選択に課題が残った。そこで本年度は、平成25年度に特許庁が自動運転自動車分野を対象に行った特許出願技術動向調査を参考に再度、検索ワードの選定を行い、論文俯瞰図を作成した。表1に示したキーワードは前述した特許庁の調査のうち、論文動向調査において論文抽出に使用された検索ワードである。2015年6月にWeb of Scienceを利用し、表1に示したキーワードを含む論文を検索したところ、10,394件該当した。学術俯瞰システムを用いてクラスタリングを行ったところ、最大連結成分は5,572件、68件のクラスタが抽出された。図1に俯瞰図を、表2にTop 10クラスタの特徴をまとめる。

表 1 自動運転俯瞰図検索ワード

式	検索項目	内容
1	キーワード	((car OR cars OR vehicl* OR automoti* OR automobi* OR motorcar* OR bus OR buses OR truck* OR van OR vans OR trailer* OR cab OR cabs) AND (driverless OR (automate* NEAR (driv* OR cruis*))) OR (autonomous NEAR (driv* OR cruis*)) OR (active NEAR safety) OR (self NEAR (driv* OR steer*)) OR platoon OR conboy OR adas OR (advanced NEAR driver NEAR assist*) OR (automate* NEAR collision NEAR avoidance)))
2	キーワード	((car OR cars OR vehicl* OR automoti* OR automobi* OR motorcar* OR bus OR buses OR truck* OR van OR vans OR trailer* OR cab OR

		cabs) AND (communicat* NEAR (radio OR wireless OR beacon OR infra-red OR infrared OR (vehicle* NEAR vehicle*) OR (car NEAR car) OR v2v OR (inter NEAR vehicl*) OR (road NEAR vehicle*))))
3	キーワード	((car OR cars OR vehicl* OR automoti* OR automobi* OR motORvar* OR bus OR buses OR truck* OR van OR vans OR trailer* OR cab OR cabs) NEAR (robot* OR (mobile NEAR robot*)))
4	論理演算式	1 OR 2 OR 3

クラスタ1は、自動運転に関する基礎的技術が多く含まれる。衝突回避システムの一つであるVFH (Vector Field Histogram)、自己位置推定と環境地図作成を同時に行う技術 (Simultaneous Localization and Maps: SLAM) など様々な技術に関する論文がこのクラスタに含まれるため、クラスタ1に関しては後ほど更に詳細な分析を加える。しかし、これらの技術はクラスタの平均年が2007年であることから分かる通り、既に開発が進んだ分野が多く含まれると考えられる。クラスタ2には、ACC (Adaptive Cruise Control) やIVHS (Intelligent Vehicle/Highway System) など、衝突回避をメインとした技術が多く含まれる。これらの技術も既に自動運転車への搭載が進んだ技術であり、最新の技術動向とはいえない。クラスタ3には、CCA (Cooperative Collision Avoidance)やDSRC (Dedicated Short Range Communication)といった、V2V通信に関わる研究が多く、平均年も2011年と新しい。V2V通信をはじめとした無線を用いた通信技術は、実展開とともに今後の自動運転の課題であるともいわれており、注目したい技術動向である。クラスタ4には、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) に関する研究が多く含まれる。クラスタ9も同様にUAVに関する研究を示したクラスタであり、ともに平均年が新しく、研究が進んでいる分野であることが見てとれる。クラスタ5には、AUV (Autonomous Underwater Vehicle)と呼ばれる海中探査ロボットの技術がまとめられている。自動運転との直接的な関係はないと考えられる。クラスタ6には、高齢ドライバーが自身の能力を過大評価する傾向、またその運転能力などに関した研究が多く含まれる。クラスタ7には疲労や睡眠といった環境がいかに関に運転に影響を与えるか、またそこに自動運転技術がいかに関に影響を与えることができるか、といった研究が含まれる。クラスタ6、7ともに、ドライバーと自動運転車の共存を考える上で非常に興味深いテーマである。クラスタ8には、工場などで利用される地上走行ロボットの研究が含まれる。これも自動運転とは直接関係しない。クラスタ10には、自動車の安定性向上などに関する研究が含まれる。

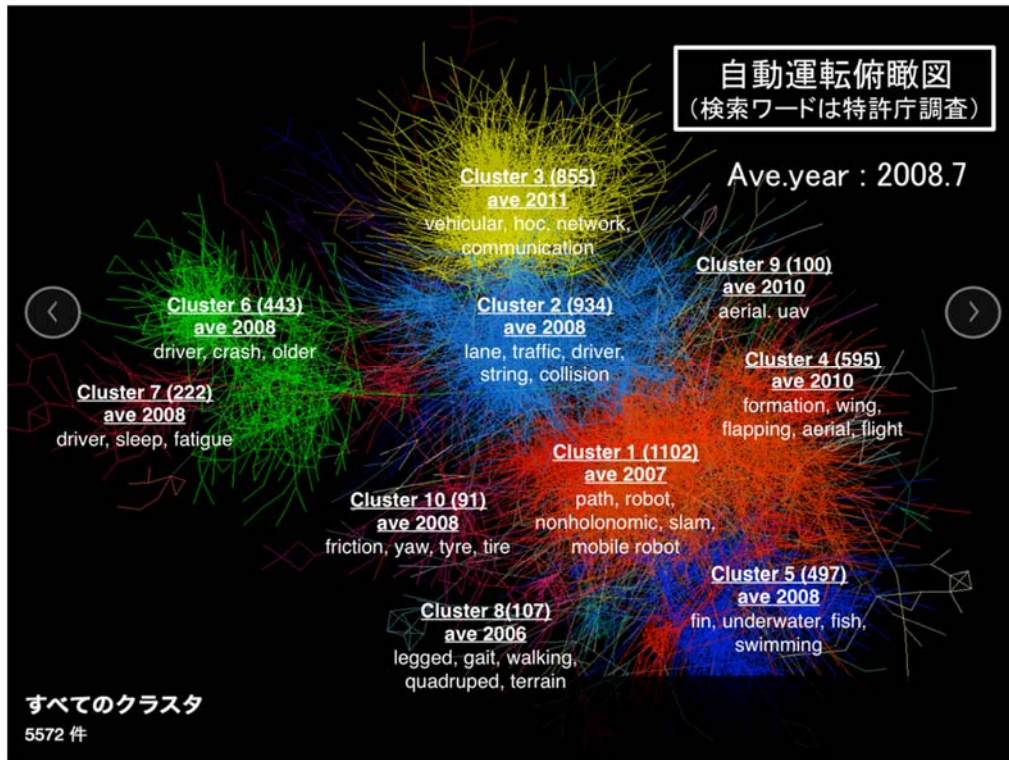


図 1 自動運転俯瞰図

表 2 自動運転Top 10クラスタの概要

No.	ノード数	平均年	内容
1	1,102	2007	衝突回避・自己位置推定・環境地図作製などの研究
2	934	2008	ACC / IVHSなど衝突回避に関する研究
3	855	2011	V2V通信 / Ad Hoc Network等に関する研究
4	595	2010	UAVのCooperative Control
5	497	2008	AUVのCooperative Control
6	443	2008	高齢ドライバーの運転能力と自己認識
7	222	2008	疲労・睡眠等の環境とACC
8	107	2006	自動地上走行ロボットに関する研究
9	100	2010	無線を用いたUAVのコントロール
10	91	2008	自動車の安定性向上に関する研究

図2、及び表3はクラスタ1のさらなる俯瞰分析の結果である。衝突回避や軌道計画、位置推定などに関する研究が多くなされていることがわかる。興味深いのは、クラスタ2に含まれるSLAMによる自己位置推定・地図作成などの技術は、近年UAVやAUVといった地上を離れたところで技術利用および研究がなされている点である。自動運転技術に関しても、他分野との協調が重要であることが示唆されている。またクラスタ1全体の論文発表平均年は2007と古いが、サブクラスタ10の安定性向上・軌道計画などソフトウェアの研

究のように、自動運転自動車関連技術の中でも比較的新しい分野が抽出された。

表 3 クラスタ1内Top10サブクラスタの概要

No.	ノード数	平均年	内容
1	250	2007	衝突回避・軌道計画に関する研究
2	168	2009	SLAMに関する研究
3	166	2004	位置推定・走行距離計測法に関する研究
4	160	2007	自動車の制御に関する研究
5	109	2009	車輪滑り・RFIDによる屋内走行車の位置推定
6	81	2005	駐車技術に関する研究
7	45	2008	横断と衝突回避に関する研究
8	32	2010	ヘリコプター、クアッドローターに関する研究
9	16	2009	AGVに関する研究
10	16	2010	安定性向上・軌道計画等に関する研究

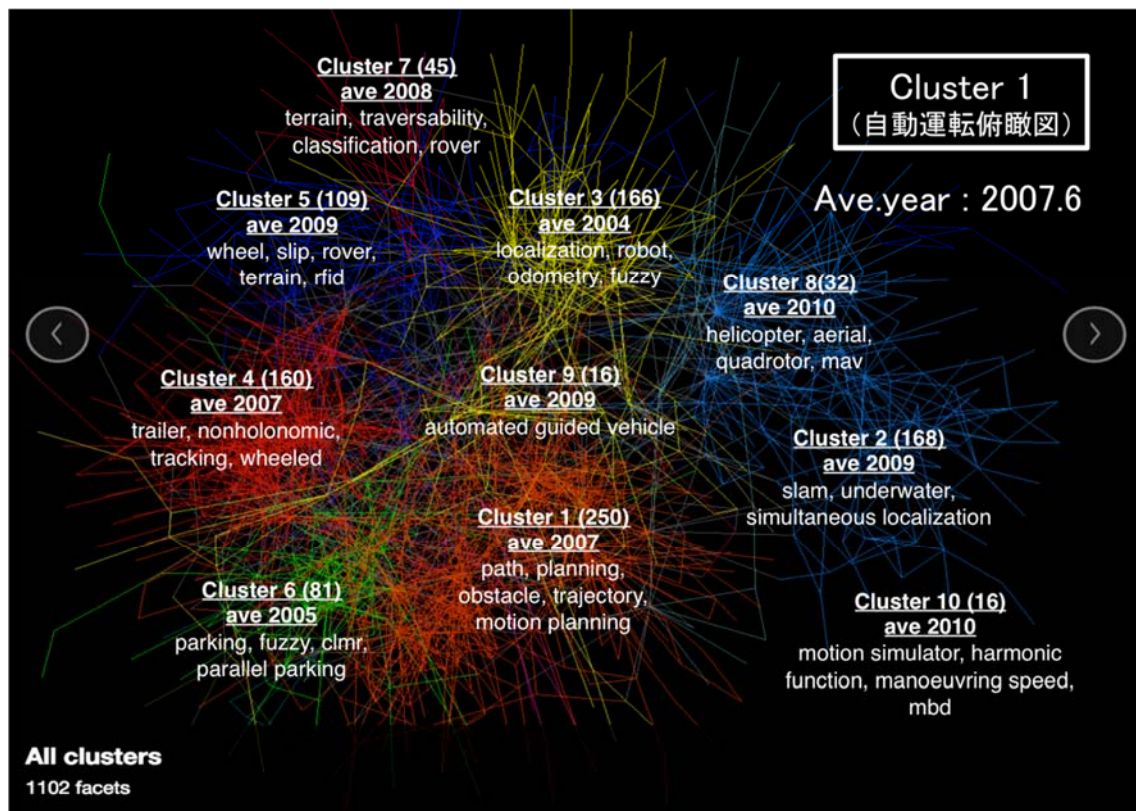


図 2 クラスタ1内俯瞰図

## 2. 法整備の現状

完全自動運転 (Level 4) を目指す上では、事故時の責任の所在を定める法整備が不可欠となるため、本年度は新しい法整備の取組みのうち、2015年12月16日にカリフォルニア州車両管理局(DMV)が発表した公道走行における仮規則[2] について調査を行った。この仮規則は今後、広く一般から意見を募り議論を進めて最終案を決定する予定である。また2016



年1月28日、2016年2月2日には草案の質を向上させることを目的としたワークショップが開催された。仮規則は主に以下の4つの特徴を持つ。

① 製造者による安全証明と第三機関によるテスト

自動運転車は製造者および第三機関双方からの安全証明が必要となる。製造者は自動車の安全性と求められる運転能力を有していることを保証しなければならない。また第三機関による運転テストをクリアすることで、実社会で出くわす状況に応じた運転能力を有していることを独立に証明する。

② 自動運転車専用の免許証を取得したドライバーの乗車義務付け

DMVが自動運転車運転免許証を新たに発行し、ライセンス取得者が運転者として乗車することを義務づける。運転者は常時運転の状況を確認し、自動運転システムの誤動作時や緊急時には、車を自身でコントロールすることが求められる。また運転者は自動運転中に発生するあらゆる交通違反に対する責任を有する。

現段階での規制においては、運転者の存在なしで運転が可能な自動運転車は除外している。このような新技術がもたらす潜在的なリスクを考慮し、DMVはこの技術を一般に広く浸透させて行く前に、製造者は公共道路におけるテストを通し、更なる経験を得る必要があると考えている。なお、こうした草案に対し、完全自動運転車を開発する目的として「高齢者や障害者を含めた全ての人のためのモビリティ」を標榜するGoogleは反発を強めている。

この問題は、Googleと他自動車会社の自動運転に対する考え方の違いという点からも整理しなおすことができる。図3に示したように、自動車会社が段階的に自動運転を発達させようとするのに対し、Googleは最初から完全自動運転の実現を目指している。完全自動運転か否かにより、法的責任の所在に大きな違いが生じる。今回のDMVの決定は、責任はドライバーにあるとした立場をとる点で自動車会社寄りであるが、米運輸省や国家道路交通安全局は人間ドライバーがいないことを前提に設計された自動車の規則も視野に入れようとしており、今後の動向が注目される。

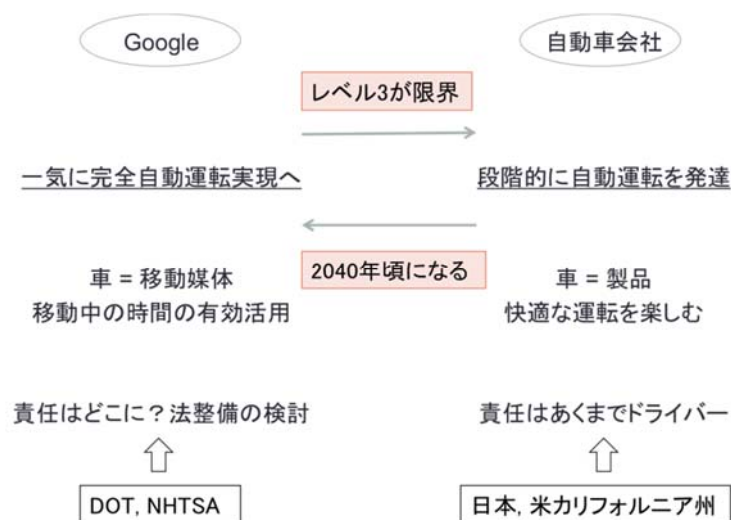


図 3 Googleと自動車会社の違い

### ③ 3年間の暫定的な許可

自動運転車の配備の許可は製造者に限定し、期間を3年間とする。暫定的な許可の条件として、自動運転車は製造者によってのみ運転され、リース契約によってのみ公共での使用を可能とする。

期間中、製造者は自動運転車のパフォーマンス・安全性・使用状況に関し月に一回報告書を提出する必要がある。また自動運転中に発生した事故や安全に関わる自動運転技術の欠点についても報告する義務がある。

こういった暫定的な許可は、カリフォルニア州全体における自動運転の全面展開を目指す最初のステップである。期間中に集めたデータを用いることで、自動運転車の安全性や実社会でのパフォーマンスを評価することができ、次の規制に踏み出すことが可能となる。

### ④ プライバシー / サイバーセキュリティ

製造者は自動運転技術によって収集された情報を、それが安全な運転に必要なかどうかに関わらず、書面により運転者に開示しなければならない。また情報を収集するため、運転者に書面による承認を得なければならない。

自動運転車は自己診断能力を有し、サイバー攻撃や認可されていない侵入に対する検出・応答・警告を自身で行えなければならない。そのような事態の際は、乗車する運転者に自動車の運転権限を移行する。

以上4つの観点からまとめられる本規則であるが、特筆すべきはこの仮規則が発表されたカリフォルニア州の地理的特異性にある。カリフォルニア州はGoogleや各種自動車メーカー、IT企業に公道試験を許可するなど、自動運転開発の最前線を走ってきた。ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制がカリフォルニア州を皮切りに世界に広まって行ったという前例を踏まえると、ここでの最終案が今後の法整備の世界標準となるとの見方もあり、今後も動向を追う必要があると考える。

## 3. 自動運転・運転支援技術の社会的・経済的価値評価及び調査

本年度は新たな試みとして、自動運転・運転支援技術の社会的・経済的価値評価及び調査を行った。分析結果を社会科学グループと共有し、ステークホルダー分析およびビジネスエコシステム分析の観点から議論を行った。

昨今、自動運転技術においては各メーカーの開発競争がグローバルに加速しており、2017年には市販化も見込まれている。自動運転に関する社会的・経済的価値評価に関する論文や文献は米国のシンクタンクからいくつか発行されているものの、日本に関する分析は現時点で未発表である。日本における自動運転技術のレベルに応じた社会環境の変化を予測し、導入によるCost & Benefit概算を目指すための調査を行った。

日本における価値評価の参考のため、米国シンクタンク発行の自動運転に関する文献等[12-15]によれば、自動運転導入の最大の目的である交通事故・渋滞削減、環境問題、新しいモビリティの創出等、社会を大局的に分析していること、費用が約1/3になると試算する文献もあるが、具体的な価値評価を行っている文献は限定的であること、どの文献も自動運転レベル4に相当する完全自動化のケースのみを対象としており、既存自動車メーカーが今後段階的に市場投入するレベル2、3の技術が及ぼす効果は未検討であることがわかった(表4)。

表 4 米国既存分析の対象領域

著者	価値効果試算	分析対象領域								
		交通事故	交通渋滞	燃費	環境問題	新しいモビリティ	インフラ投資	土地の価値変化	生産性向上	車両価格維持費
RAND [12]	一部	○	○	○	○	○	N/A	○	○	N/A
Deloitte[13]	-\$0.66/mile	○	○	○	○	○	N/A	N/A	○	○
BCG [14]	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	○
KMPG [15]	N/A	○	○	○	○	○	○	N/A	○	○

一方、日本の自動車社会に対し、自動運転がもたらす効果を包括的に分析した文献はいまだ未発表であるため、部分的に価値算出を行っている既存文献を分析した。例えば、内閣府発行の詳細な交通事故による被害・損失の経済的分析結果[16]より、現在試算中である自動運転レベル別交通事故削減効果の分析、具体的な社会的・経済的価値の算出の知見が得られた。平成21年の交通事故による金銭的損失は3兆9,787億円と見積もられている。事故のケース別損失額によって自動運転レベルに応じた価値評価が可能ではとの示唆をえられた。

今後、米国や日本国内の現状を踏まえ、自動運転が導入された際の変化を段階的に予測する分析を行う。具体的には自動運転に関係するアクターを洗い出し、クルマを利用するシーン別（表5）にCost & Benefitの流れ、産業構造の変化を予測する。

表5 対象とするシーン

	Scene	概要
1	交通事故	交通事故が減少することによる損失減少。
2	交通渋滞	事故渋滞以外の交通渋滞が減少することによる損失減少。
3	交通手段	交通手段が増えることによる影響。
4	駐車場	駐車場の使われ方の変化による影響。
5	Life on Board(LoB)	乗車時の車中でのご過ごし方の変化による影響。

参考文献

- [1] Borenstein J et al., “The Vector Field Histogram – Fast Obstacle Avoidance for Mobile Robots”, IEEE T Robotic Automation, vol.7, p.278, 1991.

- [2] Dissanayake, MWMG et al., “A Solution to the simultaneous localization and map building problem”, IEEE T Robotic Automation, vol.17, p.229, 2001.
- [3] Vahidi, A et al., “Research advances in intelligent collision avoidance and adaptive cruise control”, IEEE T Intelligent Transportation, vol.4, p.143, 2003.
- [4] Varaiya, P., “Smart Cars on Smart Roads – Problems on Control”, IEEE T Automatic Control, vol.38, p.195, 1993.
- [5] Biswas, S et al., “Vehicle-to-vehicle wireless communication protocols for enhancing highway traffic safety”, IEEE Communications Magazine, vol.44, p.74, 2006.
- [6] Cheng, L et al., “Mobile vehicle-to-vehicle narrow-band channel, measurement and characterization of the 5.9 GHz dedicated short range communication (DSRC) frequency band”, IEEE J on Selected Areas on Communication, vol.25, p.1501, 2007.
- [7] Anstey, KJ et al. “Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults”, Clinical Psychology Review, vol.25, p.45, 2005.
- [8] De Winter, JCF et al., “Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: A review of the empirical evidence”, Transportation Research : Traffic Psychology, vol.27, p.196, 2014.
- [9] Paull, L et al., “AUV Navigation and Localization: A Review”, IEEE J Oceanic Engineering, vol.39, p.131, 2014.
- [10] Widyotriatmo, A et al, “Robust stabilization of a wheeled vehicle: Hybrid feedback control design and experimental validation”, Journal of Mechanical Science and Technology, vol.24, p.513, 2010.
- [11] <https://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/auto>
- [12] James M. Anderson et al., “Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers”, RAND Corporation, 2014.
- [13] Scott Corwin et al., “The future of mobility”, Deloitte University Press, 2015.
- [14] Xavier Mosquet and Thomas Dauner, “Back to the Future: The Road to Autonomous Driving”, The Boston Consulting Group, Jan. 2015.
- [15] Gary Silberg et al., “Self-driving cars: The next generation”, KMPG/CAR, 2012.
- [16] 内閣府政策統括官(共生社会政策担当), “交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査”, 内閣府, 2012年3月.

## II. 健康医療情報システム

「COI STREAM」事業において実施しているプロジェクトには健康医療情報の活用という点で共通するものが複数ある。特に、未病状態の被験者から生活習慣や遺伝といった情報を、また特定の病気を発病した患者への症状や治療などの情報を長期間に渡り収集し、後の病気の発症や身体の変化との関連性を検証するコホート研究が盛んである。コホート研究は特に発病の危険因子をとらえる研究として有望視されているが、ありとあらゆる要因のサンプルを長期間にわたって収集することは困難であり、収集するデータは、研究毎に病気や収集する環境要因について対象をしばって行われる事が多い。対象とされる病気に関しての俯瞰・検証と、効率的なサンプリングや研究間の適切・効率的な情報共有が、

今後の健康医療情報システムの発展に寄与すると考え、以下のように研究を実施した。

### 1. 主要死因とコホート研究の比較

昨年度行った主要死因とコホート研究の比較をもとに、米国NCHS (National Center for Health Statics) [1] に掲載されている死因上位15種のうち、今年度はコホート研究が進展している例として糖尿病、進展していない例としてパーキンソン病に注目することとした。論文データベースとしてWeb of Science、クラスタ分析手法として学術俯瞰システムを用いた。

糖尿病の結果を図4および表6に示す。25029件の論文数に対し最大連結成分が74315件、139件のクラスタが検出された。上位10件のクラスタについて解析を行ったところ、コホート研究の対象は糖尿病そのものの発症リスクに関するものと、糖尿病によって他の疾病が発病するリスクに関するものに二分された。また特定の疾病を対象とせず、大規模な集団に対して実施される多目的コホートによる研究は少なく、大部分は糖尿病の調査に項目を絞ったコホートによる成果であることが明らかとなった。

パーキンソン病の結果を図5および表7に示す。2091件の論文に対し最大連結成分が3757件、24件のクラスタが検出された。上位10件のクラスタのうち4件はパーキンソン病の発症・予防に関するコホート調査であり、すべて多目的コホートによる成果であることが明らかとなった。残りの6件は発症後の治療成果や合併症リスクを調査した結果である。糖尿病のコホート調査が発病予防・他の疾病へのリスクの2つに集中しているのに対し、パーキンソン病ではそれに加え発病後の治療経過に関する調査が多く、パーキンソン病の決定的な治療法が未だ確立していないことを示唆している。

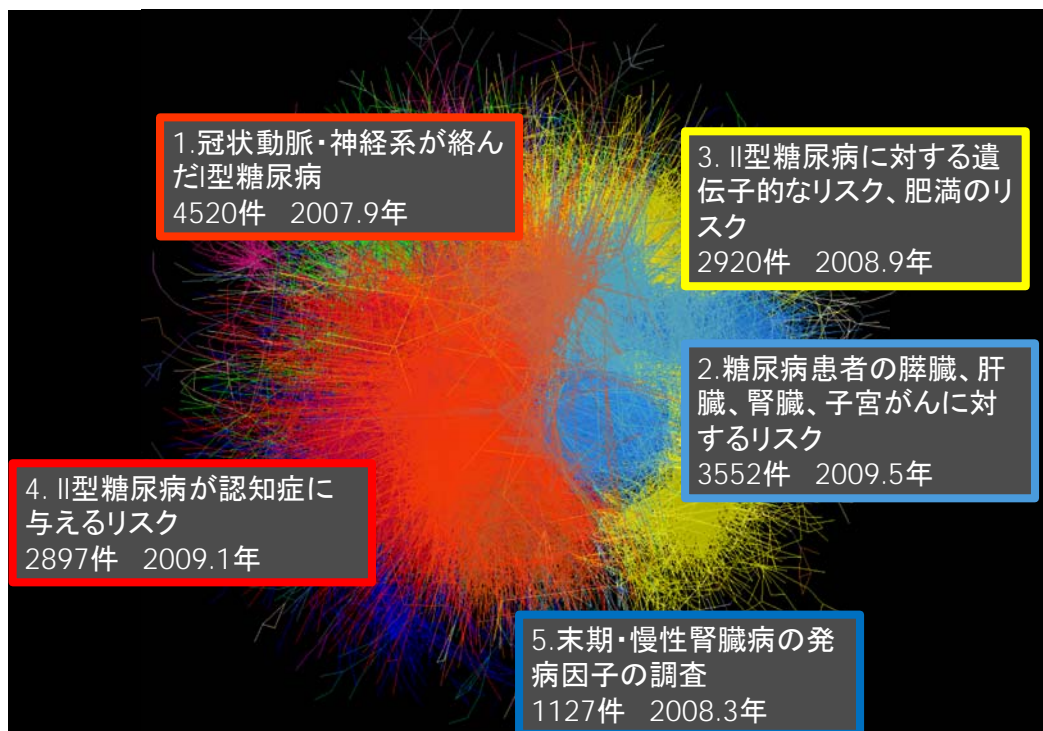


図4 糖尿病コホート研究俯瞰図

表6 糖尿病コホート研究Top 10クラスタの概要

No.	ノード数	平均年	内容
1	4520	07.9	冠状動脈・神経系が絡んだI型糖尿病
2	3552	09.5	糖尿病患者の膵臓、肝臓、腎臓、子宮がんに対するリスク
3	2920	08.9	II型糖尿病に対する遺伝子的なリスク、肥満のリスク
4	2897	09.1	II型糖尿病が認知症に与えるリスク
5	1127	08.3	末期・慢性腎臓病の発病因子の調査
6	871	08.4	心房細動や血栓塞栓症のコホート調査
7	508	09.8	胃バイパス手術施術後の肥満患者の糖尿病の発症
8	459	09.3	抗HIV薬による強力な作用と糖尿病のリスク
9	296	09.9	皮膚角化疾患による心筋梗塞や糖尿病のリスク
10	236	09.9	統合失調症患者への治療薬の糖尿病リスク

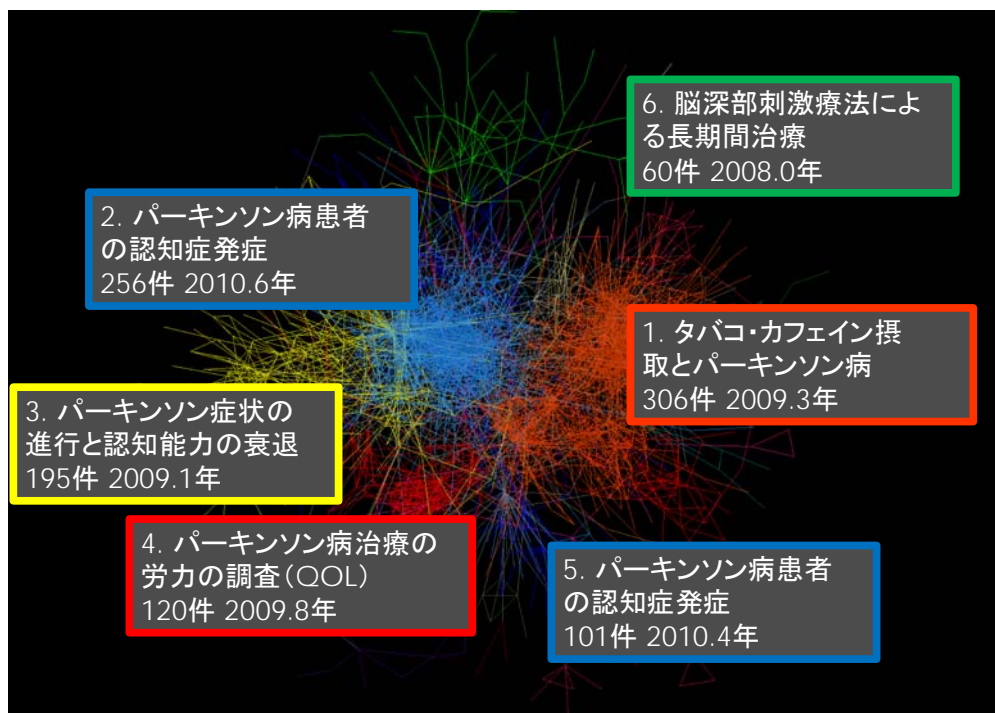


図5 パーキンソン病コホート研究俯瞰図

表7 パーキンソン病コホート研究Top 10クラスタの概要

No.	ノード数	平均年	内容
1	306	09.3	タバコ・カフェイン摂取とパーキンソン病
2	205	10.6	パーキンソン病患者の認知症発症
3	195	9.1	パーキンソン症状の進行と認知能力の衰退
4	120	9.8	パーキンソン病治療の労力の調査 (QOL)
5	101	10.4	パーキンソン病患者の認知症発症
6	60	08.0	脳深部刺激療法による長期間治療
7	46	08.5	金属加工業従事者のパーキンソン病罹患率
8	33	10.8	パーキンソン病患者における自律神経障害のコホート
9	31	08.3	うつ病発症後のパーキンソン病発症率
10	25	08.6	レビー認知症や本態性振戦とパーキンソン病の関係

また合わせて国内基盤技術調査報告書 [2] に掲載されている9つのガン種別に関してコホート論文率を調査した。このうちコホートの進展している疾病として前立腺ガンを、進展していない疾病として膵臓ガンを取り上げた。学術俯瞰システムを用いたクラスタリングの結果、前立腺ガンに関するコホート論文は各論文の相関が強く、分野として研究の方向性が定まっていることが示唆された。上位10件のクラスタ解析では前立腺ガンの予防に関する研究と腫瘍マーカーの発展に関する研究に二分された。

膵臓ガンに関するコホート論文は各論文の相関が非常に弱く、発展途中の研究分野であることが示唆される。上位のクラスタは予防法よりも発症後の経過や治療に関するコホート調査が占めており、またそれらは多目的コホートによる成果であることが明らかとなった。

以上の4疾病のクラスタリング解析より、コホート研究の進展による研究内容の差が明らかとなった。今後は各クラスタの詳細解析や、クラスタ間のキーワード相関に基づくヒートマップ解析手法を用いて各疾病の調査・比較を継続する予定である。

## 2. 情報処理技術による大規模コホート研究の提案

コホート研究は、その規模が大きければ大きいほど統計的に信頼できる結果が得られるため、被験者数を増やすことが重要である。しかし費用、労力などの課題があり、全てのコホート研究を大規模に行うことには困難が伴う。本研究では、大規模なコホート研究を行う方法として、近年社会に普及しつつあるウェアラブルデバイスによる脈拍センシングに注目した。脈拍センシングはウェアラブルデバイスを装着しているだけでデータが得られるため、時間的負担のかかるアンケート調査や身体的負担のかかる血液検査などの従来のコホート研究に比べ被験者の負担が少なくすむというメリットがあり、大規模な研究

を行いやすいと考えられる。脈拍のデータから得られる情報を俯瞰し、脈拍を用いたコホート研究の有効性を議論する。

研究代表者らが開発した学術俯瞰システムを使用して脈拍に関する研究動向の調査を行った。2015年3月にWeb of Scienceを利用して、タイトル情報に "heart rate" を含む論文を検索したところ、26657件該当した。学術俯瞰システムを用いてクラスタリングをおこなったところ最大連結成分は15878件、122件のクラスタが抽出された。その結果として、heart rate variability (CL-1) 運動後の脈変化 (CL-3) heart rate turbulence (CL-5)といった注目すべき脈拍の特徴がそれぞれのクラスタに含まれることが判明した。図6、表8にクラスタ全体の概要を示す。

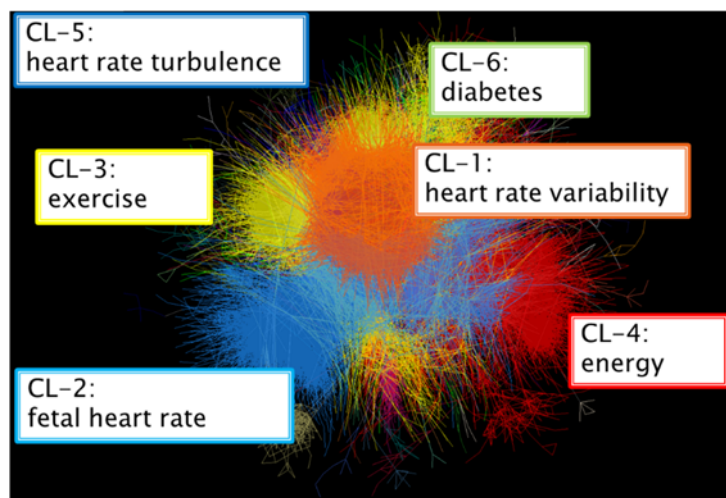


図6. 脈拍に関する研究俯瞰図

表8. 脈拍に関する研究概要

No.	ノード数	内容
1	4,687	心拍数変動
2	3,316	胎児の心拍数
3	2,855	運動後の脈拍変化と死亡率
4	2,532	脈拍とエネルギー消費の関係
5	519	心室期外収縮後の洞調律の変動
6	367	糖尿病患者の脈拍

それぞれのクラスタの代表論文を調査した結果、クラスタ1よりheart rate variabilityが、クラスタ2よりheart rate turbulenceが自律神経の疾患と関係があることが判明した[3-4]。またクラスタ6では自律神経疾患を伴う糖尿病患者に特徴的な脈拍のパターンが報告されており[5]、糖尿病のように自律神経に疾患をきたす病気であれば、脈拍にも変化がおきることが判明した。この脈拍の変化は現代の情報処理技術により検出ができると考えられる。

以上の俯瞰結果より、脈拍のセンシングにより自律神経の異常の検知が可能であり、脈



拍データを用いた大規模コホート研究が病気の早期発見等に有効であると考えられる。

- [1] D. L. Hoyert and J. Xu, “Preliminary Data for 2011”, National Vital Statics Reports, 2012, 61 (6), P1-51,  
[http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61\\_06.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr61/nvsr61_06.pdf) (2015年1月16日閲覧)
- [2] ヒューマンサイエンス振興財団 国内基盤技術調査報告書 –2020年の医療ニーズの展望平成22年度 (2010)
- [3] A. J. Camm, et al., Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use *Circulation*, 1996, **93**, 1043-1065.
- [4] A. Bauer et al. Heart Rate Turbulence: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use International Society for Holter and Noninvasive Electrophysiology Consensus *Journal of the American College of Cardiology*, 2008, **52**, 1353-1365.
- [5] D. J. Ewing, et al., Immediate Heart-Rate Response to Standing – Simple Test For Autonomic Neuropathy in Diabetes, *British Medical Journal*, 1978, **1**, 145-147.

## (2) 社会科学グループ

### I. 燃料電池自動車のエコシステムに関するリサーチとアクション

昨年度実施したエコシステム関連研究のレビュー論文執筆を基に、そこで構築したりサーチプロセスに従ってリサーチおよびアクションのプロセスを進めている。今年度は特に燃料電池自動車のエコシステムを対象として実施している。

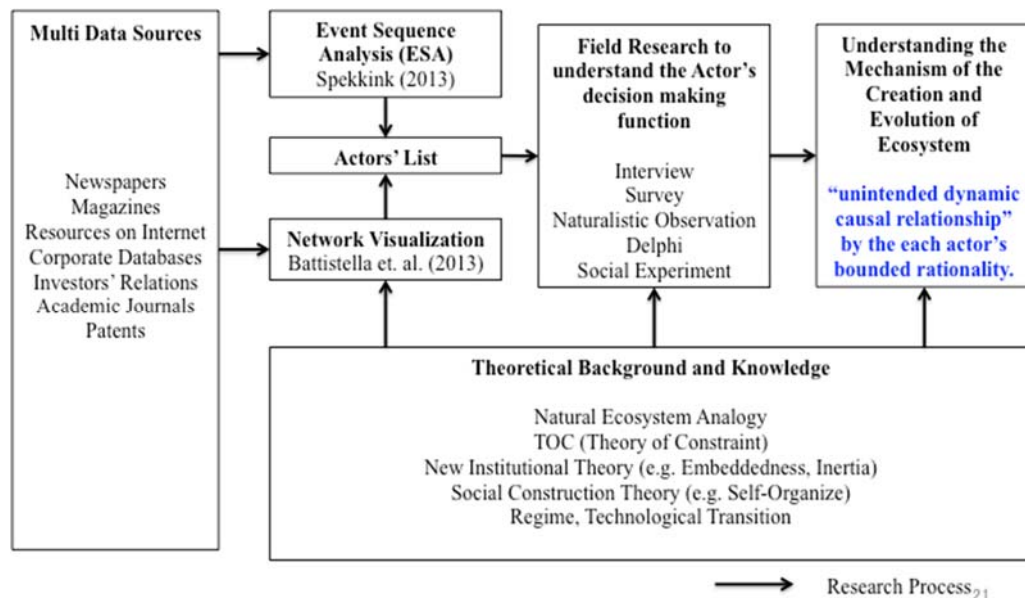


図7 リサーチプロセス (リサーチパート) (Tsujimoto et al., 2015)

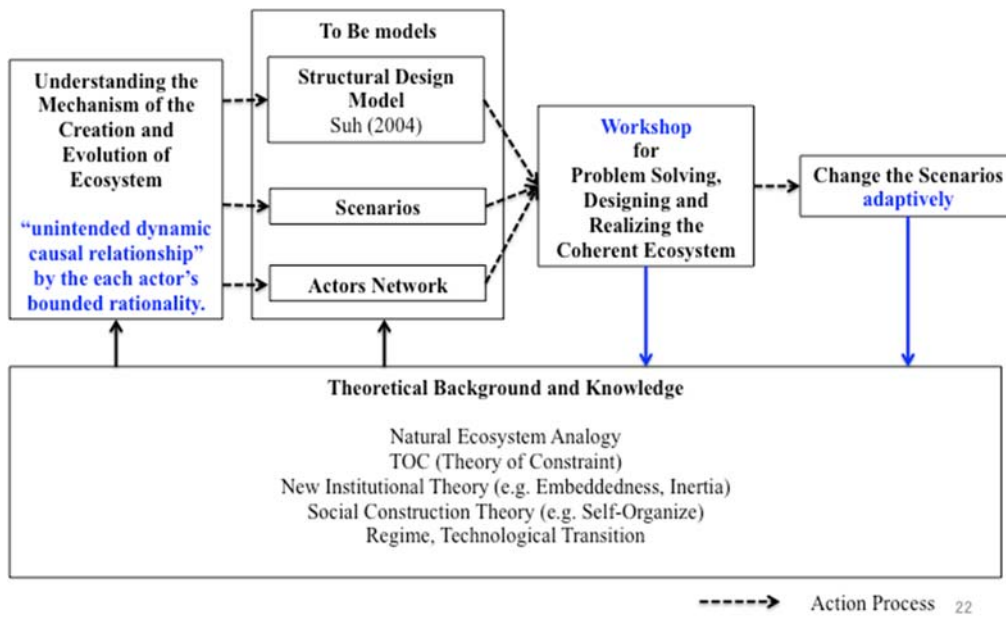


図8 リサーチプロセス（アクションパート）（Tsujimoto et al., 2015）

1. 燃料電池自動車に関するイベントシークエンスとネットワーク可視化、アクターリストの作成

リサーチ・アクションプロセスに従い、日経新聞社の記事データベース（日経テレコン）を用いて燃料電池自動車に関するイベントシークエンスを抽出した。日経テレコンは日経4紙の首都圏版、地方版を検索することができる。キーワード「燃料電池車」「燃料電池自動車」で2008年から2015年の間に116件の主要なイベントを抽出することができた。

ソース記事	ソースID	記事ID	イベント日付	アクター-1	アクター-2	アクター-3	アクター-4	アクター-5	イベント区分	イベント詳細
日経経済新聞	20150121	NRKDB20150121NKMD210	2015-1-20	神戸製鋼所	トヨタ自動車				供給	神戸製鋼所はトヨタ自動車が昨年12月に発表した燃料電池車(FCV)「ミライ」の基幹部品向けに自社製のタンクセンター集約の構造を刷新した水素漏れ検知器を開発した。
日経産業新聞	20150116	NRKDB20150116NS50030		エアアセス	トヨタ自動車				共同開発	燃料電池車「ミライ」のシステムを使った燃料電池バスを各バスに提供し、9日から豊田市で営業運行すると発表した。
日経地方経済版	20150109	NRKDB20150109M0128		トヨタ自動車	日野自動車	東武バス			実証実験	燃料電池車「ミライ」のシステムを使った燃料電池バスを各バスに提供し、9日から豊田市で営業運行すると発表した。
日経経済新聞	2014-12-24	NRKDB20141224NKMD181		大塚自動車	豊田通商	三井住友ファイ	岩谷産業		共同開発	導入者が現在の半分で乗用車と同等の燃費を達成する。
日経産業新聞	201408-12	NRKDB20140512NS50035		日本写真印刷	エアアセス				買収	子会社の水素漏れ検知器が採用されたことを明らかにした。
日経産業新聞	2014-12-14	NRKDB20141214NS50078		ホンダ	岩谷産業	北九州市			実証実験	水から水素を製造して燃料電池車(FCV)に充てられる小型水素ステーションを同市内に設置し、実証実験を始めた。
日経産業新聞	2014-12-12	NRKDB20141212NS50067		東北大学	科学技術振興機構				共同開発	燃料電池車の燃料に使う水素を白金触媒を使わずにつくる電極を開発した。
日経産業新聞	2014-12-09	NRKDB20141209NS50101		宇都宮産	トヨタ自動車				共同開発	燃料電池車(FCV)「MIRAI(ミライ)」に自社のナイロン樹脂が採用されたと発表した。
日経産業新聞	2014-11-21	NRKDB20141121NKMD238		トクヤマ	岩谷産業				共同開発	共同出資会社が同市にあるトクヤマのカーボン工場で発生する高純度の水素ガスを進化し、岩谷が東豊産機に
日経産業新聞	2014-11-20	NRKDB20141120NKMD290		美し	トヨタ自動車				共同開発	燃料電池車(FCV)「MIRAI(ミライ)」に自社の炭素繊維が採用されたと発表した。
日経産業新聞	2014-11-20	NRKDB20141120NS50088		豊田自動車機構	トヨタ自動車				供給	トヨタ自動車が発売する燃料電池車(FCV)「ミライ」向けに供給する部品を発表した。
日経産業新聞	2013-11-01	NRKDB20131101NKED358		ホンダ	ゼネラル・モーターズ				共同開発	燃料電池システムと水素貯蔵システムを開発。20年ごろの実用化を目指す。
日経産業新聞	2013-07-26	NRKDB20130726NKMD075		トヨタ自動車	豊田				共同開発	特に内容はちゃんと書かれておらず
日経産業新聞	2013-02-16	NRKDB20130216NKMD080		日産自動車	ダイムラー	フォード・モーター			共同開発	「早ければ17年に手ごろな価格の量産型」のFCVを開発することを表明している。

図9 イベントシークエンスのサンプル

これらのイベントについてすべて読み、記載されている固有名詞（アクター）を抽出するとともに、それらの属性を付与した。さらにアクター間の関係性についても定義した。

一般企業＝緑	緑＝開発支援
協会系統＝ピンク	黄＝業務提携
大学＝青	ピンク＝需要・供給
政府・行政法人＝赤	青＝共同開発
市町村＝黄	オレンジ＝実証実験
海外(企業・政府含む)＝オレンジ	赤＝同一自治体(県)、名称変更

図10 アクターの属性とアクター間の関係性

これらの情報を用いてネットワークの可視化を行った。可視化は2008年から開始し、年ごとにネットワークが追加される形で、その時系列での動態的变化を見ることができるようにした（図1 1-図1 6）。

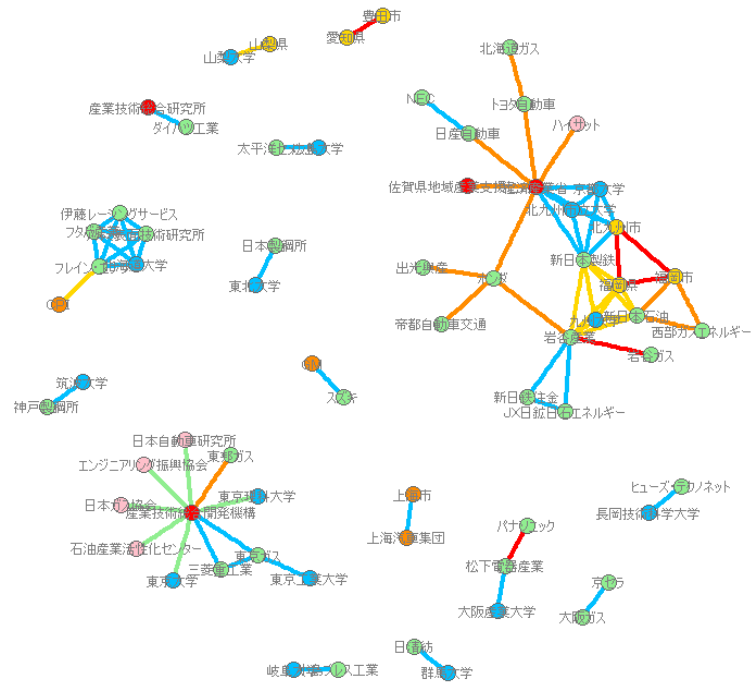


図1 1 燃料電池車のアクターネットワーク（2008-2009）

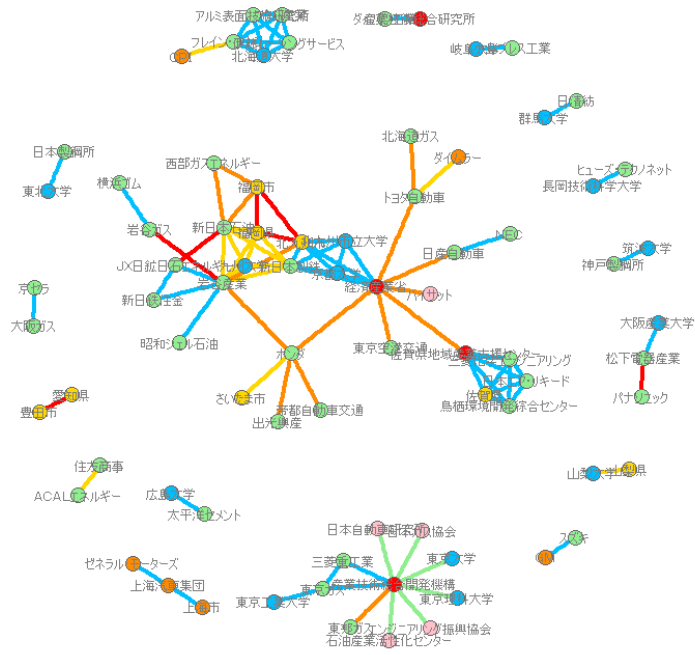


図 1 2 燃料電池車のアクターネットワーク (2008-2010)

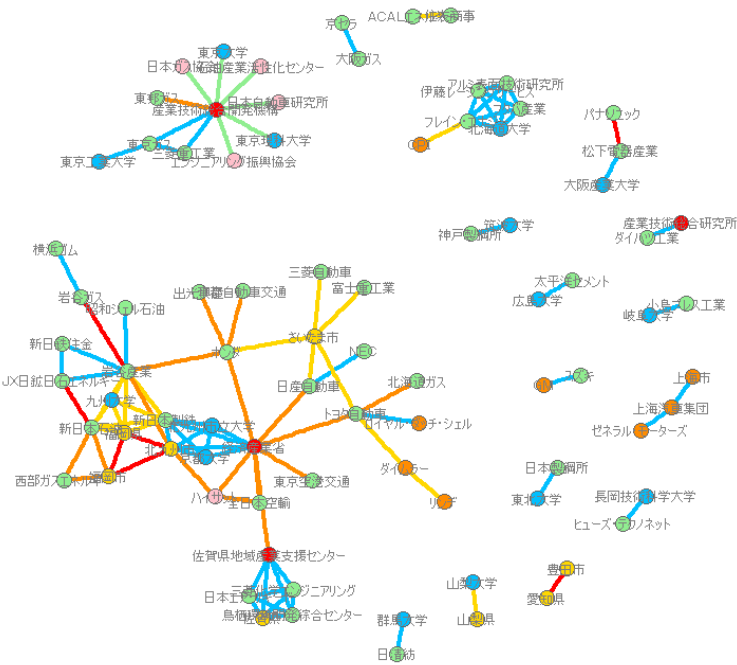


図 1 3 燃料電池車のアクターネットワーク (2008-2011)

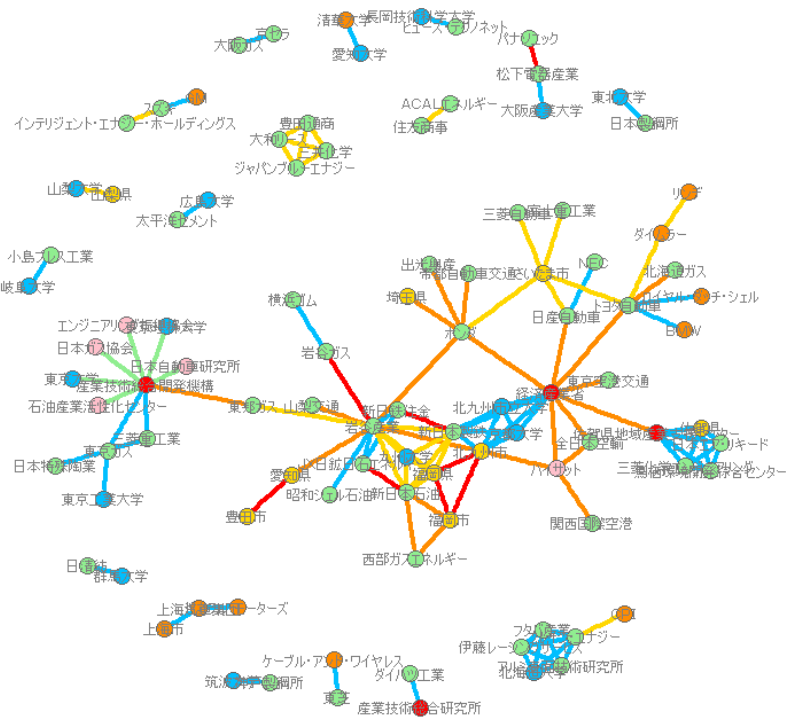


図 1 4 燃料電池車のアクターネットワーク (2008-2012)

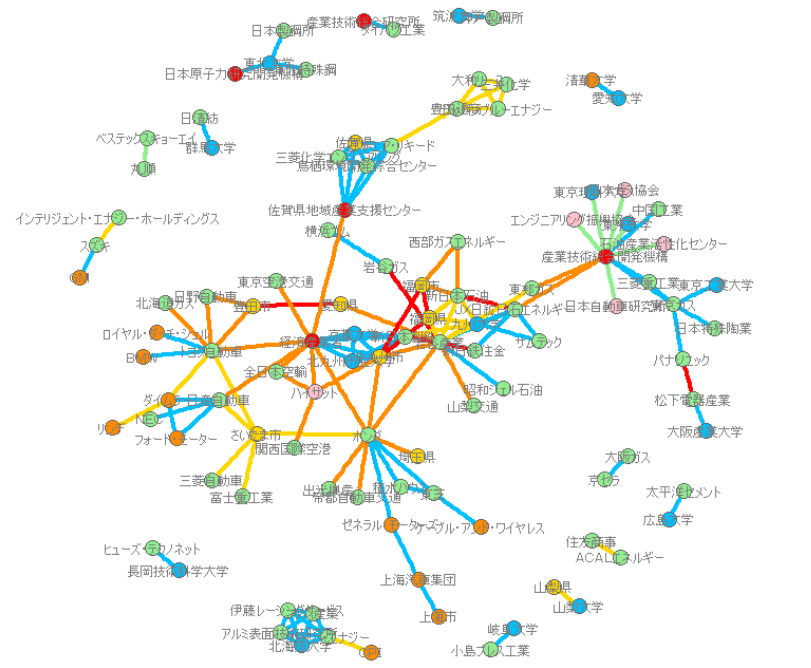


図 1 5 燃料電池車のアクターネットワーク (2008-2013)

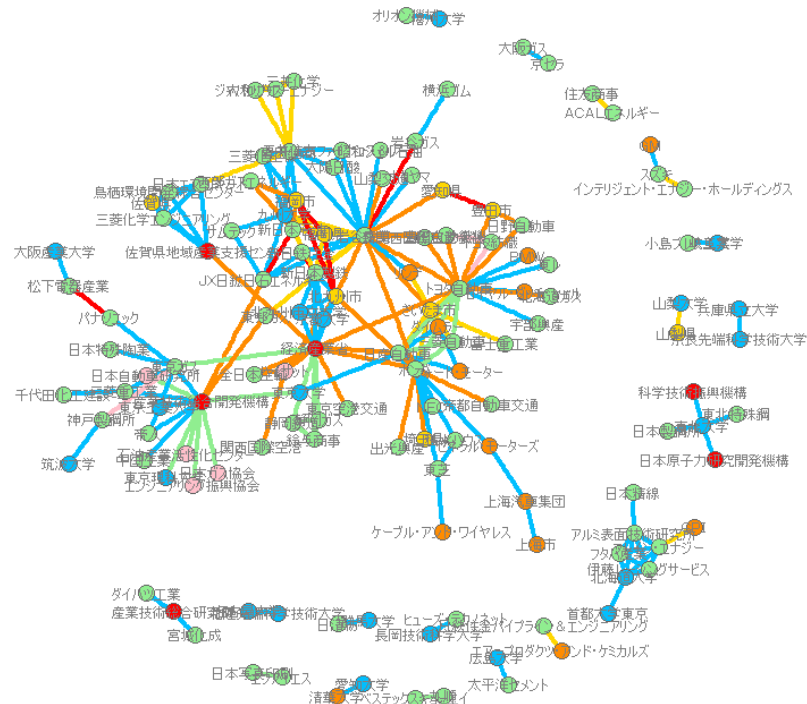


図 1 6 燃料電池車のアクターネットワーク (2008-2014)

これらの情報から136のアクターを抽出し、アクターリストを作成した。これらのアクターのうち、登場回数が多いアクターについてインタビューや意見交換の申し込みを様々な経路で行っている。

アクターネットワークの可視化から見いだされた特徴は次の3点である。第一に初期に経済産業省が中心となってネットワークの生成が開始されているということである。そのすぐあとに岩谷産業がネットワークの主要な役割を果たし、トヨタ自動車、日産自動車、ホンダといった主要自動車メーカーが登場する。第二に、岩谷産業が九州大学とのネットワークを構築しその他のアクターとのつながりも急速に拡大し、その役割を拡大して行くことである。トヨタ自動車は国内だけではなくBMWなど海外のアクターとのネットワークを進めて行く。第三に、初期の頃からNEDOが重要な役割を果たしていることである。

## 2. フィールドリサーチ

可視化されたネットワークおよびアクターリストを基に、主要なアクターに関するより詳細な調査と、インタビュー調査を中心としたフィールドリサーチを実施した。

対象はまずトヨタ自動車である。燃料電池自動車ミライを開発した部門の担当者に対してインタビューを依頼し、FC-EXPO後に面談を行った。続いて日産自動車である。横浜総合研究所における燃料電池自動車開発チームとの10回以上にわたる打ち合わせ、インタビューを行い、強い人的ネットワークを構築した。続いて、経済産業省からHySUT（水素供給・利用技術研究組合）に委託された水素エコシステム研究会においても関係者との人的ネットワークを拡大し、委員就任、インタビュー実施を行っている。さらに、東京工業大

学グローバル水素エネルギーコンソーシアムの幹事に就任し、主に要素技術研究の第一人者である教授陣との人的ネットワークを拡大すると共に、水素エネルギー利用シナリオ策定やそのための予備調査にも取り組んでいる。技術的な内容に関するインタビューはまだ実施できていないが、体制は整備できたと考えている。

今後は、岩谷産業、JX日鉱、九州大学、経済産業省、NEDOといった中心的なアクターへのネットワークを強化しつつ、インタビュー調査を行い、公知の情報で作成したイベントストーリーの確認、詳細化と、公知ではない情報の追加、さらには歴史的に燃料電池車エコシステムの生成において大きな影響を及ぼした行動連鎖やパターンを見いだすことを目指す。

### 3. アクションリサーチ

本来であれば、ここでアクターリストに載っているアクターのうち主要なアクターを組織してワークショップを開催して、シナリオやエコシステムのデザインを検討、実行すべきところである。

しかしワークショップ開催は現時点では達成できておらず、アクターリスト内でのネットワークの中での関係性を強化しながら、いくつかのアクションを行うにとどまっている。だが、燃料電池自動車のエコシステム生成過程においてアクターとして参画し、シナリオ作成、製品展開、マーケティング、政策立案に徐々に関与できるようになってきている。これらのアクションをさらに充実させることで、通常の調査では得られない発想、仮説の導出やその検証を試みる。

具体的には、日産自動車における燃料電池自動車の製品開発とそのマーケティング活動に共同研究者、あるいは協力者として参画している。また、東京工業大学グローバル水素エネルギーコンソーシアムに幹事として参画し、水素エネルギー利用シナリオについての検討を開始している。株式会社テクノバが運営する水素エコシステム研究会にも委員として参加している。燃料電池自動車に関与するアクターリスト記載のうち主要なアクターとのネットワーク構築をさらに進めて行く。

現時点での発想、仮説としては、燃料電池自動車が政府政策による長期にわたる研究開発によって達成された（WE-NET以降）ものの、市場開拓、エコシステム構築という視点が織り込まれてこなかったというものがある。そのため、相対的にインフラへの研究開発投資やサービスも含めた全体設計、コスト計算が十分ではないままにエコシステムの「部品」としての燃料電池自動車が完成したのである。今後の展開はインフラの開発と整備、規制の調整になるが、エコシステム構成要素の「逆突出部」（T.Hughes, 1993）が主に技術的ではない要素にあるため、その実現は困難が予想される。その場合、想定されている燃料電池自動車のエコシステムは実現せず、別の製品・サービスシステムの構想が立ち上がる可能性がある。ここに参画、少なくとも観察することで、燃料電池自動車エコシステムの生成過程におけるメカニズムの解明に取り組み、より良いエコシステム構築に向けた活動を行うことを予定している。

## II. マルチエージェントアプローチによるビジネスエコシステムの創発プロセスの分析

前年度は、革新的技術の社会実装後の普及過程をモデル化するために、product attribute modelと消費者選好の非均質性に基づく理論化を行った。これにより、生産者と消費者との関係をモデル化した。本年度は、生産者間の競争と協調のモデル化に取り組んだ。ビジネスエコシステム

は、企業間競争及び協調という相互作用の中で創発される企業間関係や構造である。その創発過程を数理的に分析することを通じて、その仕組みを解明しより一般的に活用可能なビジネスエコシステム理論の確立を目的としている。本年度は、そのようなアプローチを実現する方法として、マルチエージェントシミュレーションと被験者実験を用い、ビジネスエコシステムの創発プロセスの分析を行った。

## 1. モデル

Nowak の導入した間接的互惠理論に、3 者間の人間心理に関する理論である Heider の認知的均衡定理との統合を行ったモデルを土台としてビジネスエコシステム上の企業の意思決定とその影響をモデル化した。以下にモデルの基本的枠組みを示す。

企業をエージェントとし、それぞれが表9のような変数を属性として持つものとする。また、各変数の説明は以下の通りである。

- 所有価値  $value_i$  : 企業  $i$  が持つ価値であり、この最大化が企業の目的である。また協力や裏切り行動の結果もこの値の変化として記述する。
- 能力値  $ability_i$  : 企業  $i$  の生産性を表す指標である。高ければ高いほど少ない費用で高い結果を出すことができる。
- 評価値  $evaluate_{ij}$  : 各企業が自身以外の全企業に対して持っている評価値を表す指標であり、相手に対するこの評価が高ければ高いほどその相手に対して協力行動を取りやすくなる。
- 戦略パラメータ  $strategy_i$  : 協力/裏切り行動の意思決定をする際の評価値の高低を判断する閾値となるパラメータであり、この値が高い程非協力的であり、低いほど協力的な企業であることを意味する。

表9 エージェントが持つ変数

名称	記号	意味	初期値	値域
所有価値	$value_i$	企業 $i$ の所有価値	100	正
能力値	$ability_i$	企業 $i$ の生産能力	乱数	1 or 2 or 3
戦略パラメータ	$strategy_i$	企業 $i$ が持つ戦略パラメータ	乱数	$0 < strategy < 9$
評価値	$evaluate_{ij}$	企業 $i$ が持つ企業 $j$ への評価	5	$0 < evaluate < 10$

### 1.1 意思決定条件と協力・非協力行動

まず  $n$  社からなる企業群を想定する。各ターンでは、 $n$  社からランダムに所有価値の多さに比例した確率で1社が選ばれる。このプレイヤーを  $D$  と呼ぶ。そして  $D$  は、 $D$  の戦略パラメータと  $D$  から各エージェント  $i$  への  $evaluate_{Di}$  との差の絶対値に比例した確率でランダムに取引相手を選ぶ。このプレイヤーを  $R$  と呼ぶ。また説明の都合上  $D, R$  以外のプレイヤーを  $O$  と呼ぶ。そして  $D$  は  $R$  に、 $R$  は  $D$  に対して協力的行動・裏切り行動の意思決定を行う。その意思決定は  $D$  が  $R$  に対して持つ  $evaluate_{DR}$  と  $D$  が持つ戦略パラメータ  $strategy_D$  により決定される。その条件と各行動による所有価値  $value$  の変化は表10の通りである。この取引によって  $D, R$  の所有価値は変化する。なお、この関係性は囚人のジレンマの構造を有している。



表 10 意思決定と価値変化

条件	意思決定	価値変化	
		Dの価値	Rの価値
$strategy_d \leq evaluate_{dr}$	協力行動	$-value_d \cdot rate$	$+value_d \cdot rate \cdot ability_d$
$strategy_d > evaluate_{dr}$	裏切り行動	$+value_d \cdot rate(ability_d - 1)$	$-value_d \cdot rate \cdot ability_d$

### 1.2 evaluateの更新

次に、D、Rの行動に応じて他プレイヤーからの *evaluate* が更新される。また、Oからの *evaluate* 更新は、Heiderの認知的均衡定理に基づき、図17の4パターンで更新する。その際の変化量は、次のように定式化する。

$$(evaluate_{OD} \text{ の変化量}) = \Delta ev \cdot (R \text{ の価値変化量の絶対値}) / value_o$$

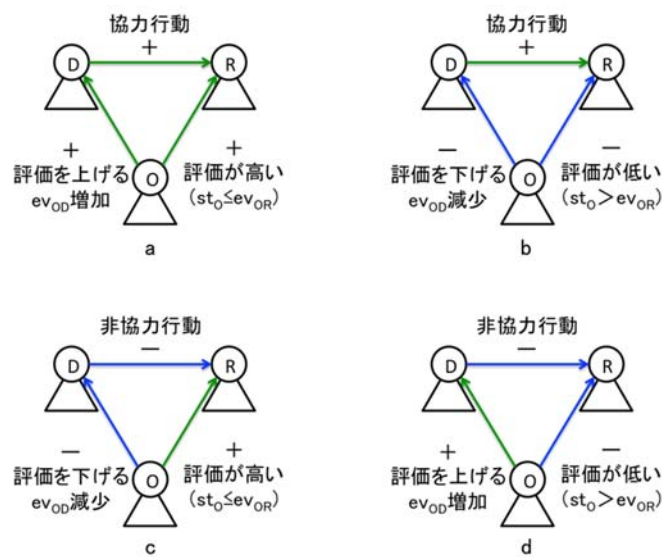


図 17 本モデルのバランス状態

### 1.3 ネットワークの更新

「ある2社の企業間における最も新しい取引において、お互いに協力的行動を取った場合の2者間の関係性」を協力関係があると定義する。この協力関係を毎ターン更新する。また、この協力関係のネットワークをビジネスエコシステムとして捉えることとする。

## 2. 結果

6つの異なる設定においてシミュレーションを行った。その結果を図18に示す。横軸がターン数、縦軸が企業間の協力関係数を示しており、各設定で150試行を行い、その平均を示している。協力関係数が多い場合は、企業間ネットワークが形成され、ビジネスエコシステムが構築できているが、協力関係数が低い場合は、多くの企業が倒産に追いやられるか、単独企業として利益を上げ

ている状況を意味する。

図 19 は基本設定の 150 試行で、似た収束パターンごとに 3 つのケースに分けたものである。協力型と崩壊型の中間のケース 2 の部分的協力が形成されるタイプが観察された。さらに、同設定で人間を被験者とした経済実験を実施したところ、図 20 の振る舞いが観察され、ケース 2 と 3 に近いパターンも見られた。

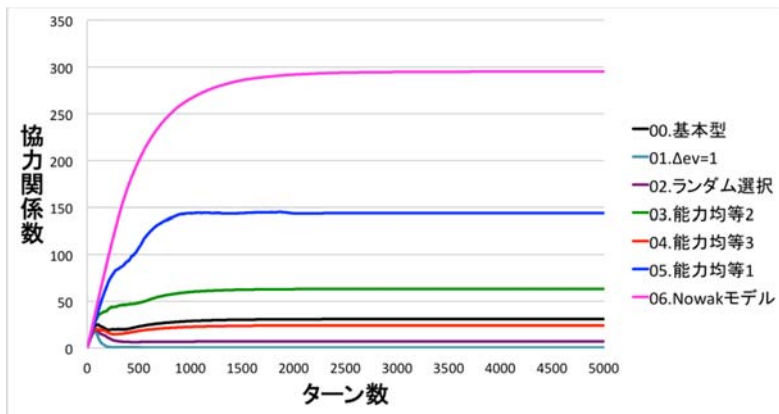


図 18 各設定における協力関係数推移比較

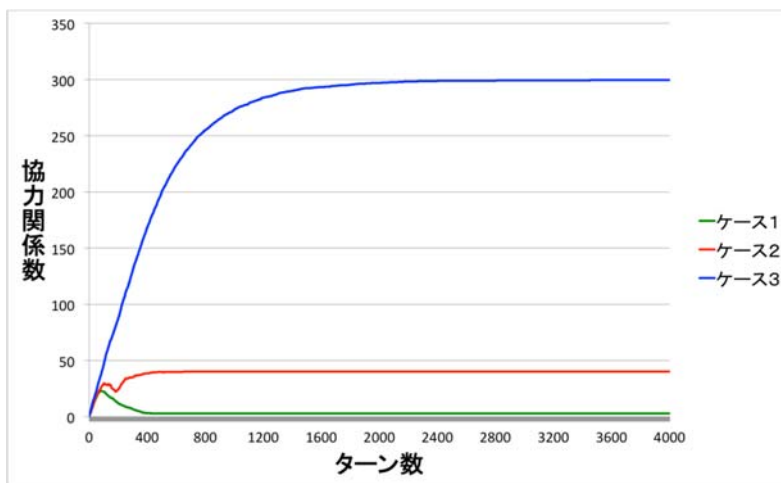


図 19 基本設定における 3 つのケース

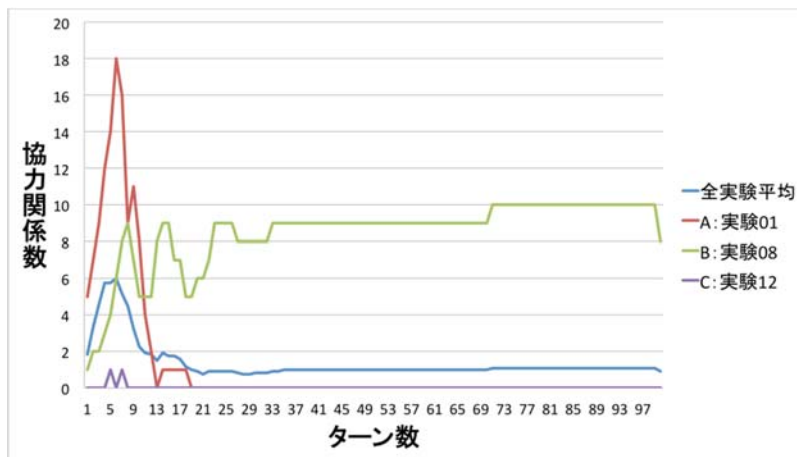


図 20 被験者実験の結果

### 3 - 4. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2015/5/22	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2015/6/26	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2015/9/3	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2015/10/15	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2015/11/20	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2015/12/22	研究打ち合わせ	東京大学	進捗報告と議論
2016/1/21	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2016/2/22	研究打ち合わせ	東京工業大学	進捗報告と議論
2016/3/10	研究打ち合わせ	東京工業大学	今年度のとりまとめ方針の検討

## 4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

アクションリサーチで得られた結果を反映し、JSPSで新たにイノベーションに関する先導的研究開発委員会を立ち上げ活動を実施する検討を始めた。また、エネルギーに関する研究をアクションリサーチとして継続するための検討を行った。

情報工学グループの研究成果に基づき、JST情報分析室と共同研究を開始した。

社会科学グループの研究成果に基づき、イノベーション・技術経営に関する国際学術誌であるTechnological Forecasting and Social Change誌においてエコシステムに関する特集号の編集を行っている。また、東京工業大学環境・社会理工学院技術経営専門職学位課程にて新たにビジネスエコシステム論を開講し、教育に反映している。

## 5. 研究開発実施体制

### (1) 情報工学グループ

① 梶川裕矢（東京工業大学、准教授）

② 研究開発動向の把握と萌芽的研究領域の抽出

複数研究領域の関連性分析による革新的研究開発課題の設計  
産業展開可能性の評価

### (2) 社会科学グループ

① 辻本将晴（東京工業大学、准教授）

② ビジネスエコシステムの構造分析

ビジネスエコシステムの設計と評価

## 6. 研究開発実施者

※研究開発実施期間：平成 25年 10 月 1 日～平成 28 年 9 月 30 日  
(平成 29 年 3 月 31 日まで成果取り纏め期間を設けることとする)

情報工学グループ：東京工業大学、東京大学（グループリーダー：梶川裕矢）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項 目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
梶川 裕矢	カジカワ ユウヤ	東京工業 大学	准教授	全体構想・研究 計画の設計、 プロジェクトマ ネジメント 研究開発動向の 把握と萌芽的研 究領域の抽出	25	10	29	3
中村 裕子	ナカムラ ヒロコ	東京大学	博士研 究員	産業展開可能性 の評価	25	10	29	3
池 雪琴	チ セツ キン	東京工業 大学	D3	複数研究領域の 関連性分析によ る革新的研究開 発課題の設計	25	11	26	9
小川 敬也	オガワ タカヤ	東京工業 大学	D3	複数研究領域の 関連性分析によ る革新的研究開 発課題の設計	25	10	26	3
高野 泰朋	タカノ ヤストモ	東京工業 大学	D1	複数研究領域の 関連性分析によ る革新的研究開 発課題の設計	25	12	29	3
桑原 麻季	クワバラ マキ	東京大学	M2	複数研究領域の 関連性分析によ る革新的研究開 発課題の設計	26	2	27	3
久保 雅俊	クボ マサトシ	東京大学	M2	複数研究領域の 関連性分析によ る革新的研究開 発課題の設計	26	2	27	3
Nitish Gupta	ニティッシ ュ グプタ	東京工業大 学	研究員	研究開発動向の 把握と萌芽的研 究領域の抽出	26	5	26	8

和田 有希	ワダ ユウキ	東京大学	M2	複数研究領域の 関連性分析による革新的研究開発課題の設計	26	11	29	3
福原 智	フクハラ サトル	東京大学	M1	研究開発動向の 把握と萌芽的研究領域の抽出	26	11	29	3
中村 友哉	ナカムラ トモヤ	東京大学	M1	研究開発動向の 把握と萌芽的研究領域の抽出	26	11	29	3
土本 一郎	ツチモト イチロウ	東京工業大学	D2	産業展開可能性 の評価	27	7	29	3
大澤 理恵	オオサワ リエ	東京工業大学	研究員	複数研究領域の 関連性分析による革新的研究開発課題の設計	27	8	27	9
大澤 理恵	オオサワ リエ	東京大学	D1	複数研究領域の 関連性分析による革新的研究開発課題の設計	27	10	29	3
高橋 遼平	タカハシ リョウヘイ	東京工業大学	M1	研究開発動向の 把握と萌芽的研究領域の抽出	27	9	29	3

社会科学グループ：東京工業大学、東京大学（グループリーダー：辻本将晴）

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目	研究参加期間			
					開始		終了	
					年	月	年	月
辻本 将晴	ツジモト マサハル	東京工業大学	准教授	ビジネスエコシステムの構造分析	25	10	29	3
西野 成昭	ニシノ ナリアキ	東京大学	准教授	ビジネスエコシステムの設計と評価	25	10	29	3
鐙木 結貴	カブラキ ユキ	東京工業大学	M2	ビジネスエコシステムの設計と評価	25	10	28	9
田村 光太郎	タムラ コウタロウ	東京工業大学	M1	ビジネスエコシステムの設計と評価	25	10	28	9

桐山 恵理子	キリヤマ エリコ	東京大学	特別研究員	ビジネスエコシステムの構造分析	25	10	28	9
丹 俊貴	タン シュンキ	東京工業大学	研究員	ビジネスエコシステムの構造分析	25	11	27	3
中居 康祐	ナカイ コウスケ	東京工業大学	M2	ビジネスエコシステムの構造分析	25	11	26	3
樋口 壮人	ヒグチ タケヒト	東京工業大学	研究員	ビジネスエコシステムの構造分析	26	4	27	3
花岡 良尚	ハナオカ ヨシタカ	東京工業大学	M2	ビジネスエコシステムの構造分析	26	1	27	3
久保田 修年	クボタ シュウト	東京工業大学	M1	ビジネスエコシステムの構造分析	26	6	27	3
徳川 博久	トクガワ ヒロヒサ	東京工業大学	M2	ビジネスエコシステムの構造分析	27	2	28	3

(参考) 研究開発の協力者・関与者

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	協力内容
橋本 正洋	ハシモト マサヒロ	早稲田大学大学院 国際情報通信研究科	教授	特許データの取り扱い分析法へのアドバイス
榊原 清則	サカキバラ キヨノリ	法政大学大学院 イノベーション・マネジメント研究科	教授	ビジネスエコシステムの分析に関する助言、協力
八尋 俊英	ヤヒロ トシヒデ	日立コンサルティング	統括マネージングディレクター	ビジネスエコシステムの分析に関する助言、協力

## 7. 関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など

### 7 - 1. 主催したイベント等

なし

### 7 - 2. その他のアウトリーチ活動

#### (1) 書籍、DVDなど発行物

なし

#### (2) ウェブサイト構築

なし

#### (3) 招聘講演

Y. Kajikawa (Tokyo Institute of Technology), " From Observation to Design Support: A Frontier of Bibliometric Study ", Seminar at National Chung Hsing University, in Taichung (March 3, 2016).

Y. Kajikawa(Tokyo Institute of Technology), "Facilitating Circle of Innovation by Bibliometric Analysis", Seminar at Yuan Ze University, in Zhongli (March 2, 2016).

Y. Kajikawa (Tokyo Institute of Technology), "Science of Science and Innovation Policy: Methods and Applications of Citation Network Analysis", Seminar at National Taiwan Normal University, in Taipei (March 1, 2016).

梶川裕矢(東京工業大学), 「イノベーションツールとしてのデータ分析最前線」, 特許庁事業戦略研修 (東京, 2015年11月6日).

#### (4) その他

なし

### 7 - 3. 新聞報道・投稿, 受賞等

#### (1) 新聞報道等

なし

#### (2) 受賞

なし

#### (3) その他

なし

## 7 - 4. 論文発表, 口頭発表, 特許

### (1) 論文発表 : 査読付き

#### ●国内誌 (0件)

#### ●国際誌 (3件)

Y. Takano, Y. Kajikawa, and M. Ando, "Trends and typology of emerging antenna propagation technologies: Citation network analysis", *International Journal of Innovation and Technology Management*, in press.

H. Nakamura, S. Suzuki, Y. Kajikawa, and M. Osawa, "The effect of patent family information in patent citation network analysis: a comparative case study in the drivetrain domain", *Scientometrics* 104 (2015) 437-452.

H. Nakamura, S. Suzuki, I. Sakata, and Y. Kajikawa, "Knowledge combination modeling: the measurement of knowledge similarity between different technological domains", *Technological Forecasting and Social Change* 94 (2015) 187-201.

### (2) 論文発表 : 査読なし

## 7 - 5. 学会発表

### (1) 招待講演 (国内会議0件, 国際会議0件)

### (2) 口頭発表 (国内会議4件, 国際会議4件)

井上祐樹, 辻本将晴, 「プラットフォームエコシステム間の相互作用メカニズムの研究」, 2015年度日本MOT学会第7回年次研究発表会, 2016年3月12日

長谷川卓也, 鈴木卓馬, Balaji Kalyanarangan, Subramani Ailoor, 辻本将晴, 石田修一, 玄場公規, 「内燃機関自動車から学ぶ燃料電池自動車の課題と展望」 2016年度自動車産業の将来像研究会, 2016年2月5日

長谷川卓也, 鈴木卓馬, Balaji Kalyanarangan, Subramani Ailoor, 辻本将晴, 石田修一, 玄場公規 「燃料電池自動車の商業化に向けて～技術開発・市場開発～」 第3回水素社会の事業機会研究会, 2015年10月19日

長谷川卓也, 鈴木卓馬, Balaji Kalyanarangan, Subramani Ailoor, 辻本将晴, 石田修一, 玄場公規, 「次世代自動車FCV (燃料電池自動車) の普及と水素社会の可能性」 びわ湖メッセセミナー, 2015年10月21日

N. Islam and Y. Kajikawa, "Actors' Engagement in Sustainable Hydrogen Energy Innovation: A Comparative Analysis", *Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2015 (PICMET'15) in Portland (August 2-6, 2015)*.

M. Tsujimoto, Y. Kajikawa, J. Tomita, and Y. Matsumoto, "Designing the Coherent Ecosystem: Review of the Ecosystem Concept in Strategic Management", *Portland International Conference on Management Engineering and Technology 2015 (PICMET'15) in Portland (August 2-6, 2015)*.

T. Hasegawa, T. Suzuki, B. Kalyanarangan, S. Ailoor, M. Tsujimoto, S. Ishida and K.



Gemba, "FCEV Commercialization, Social and Economic Studies at Nissan Motor",  
World Hydrogen Technologies Convention in Sydney (October 12, 2015)  
T. Hasegawa, T. Suzuki, B. Kalyanarangan, S. Ailoor, M. Tsujimoto, S. Ishida and K.  
Gemba, "FCEV Commercialization, Social and Economic Studies at Nissan Motor",  
APEC Fuel Cell International Forum, in Beijing (January 18, 2016)

(3) ポスター発表 (国内会議0件, 国際会議0件)

#### 7 - 6. 特許出願

該当なし