

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

「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」

研究代表者 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	2
3. 研究開発実施の具体的内容	2
3 - 1. 研究開発目標	2
3 - 2. 実施方法・実施内容	2
3 - 3. 研究開発結果・成果	4
3 - 4. 会議等の活動	19
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	19
5. 研究開発実施体制	19
6. 研究開発実施者	20
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	21
7 - 1. ワークショップ等	21
7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	21
7 - 3. 論文発表	21
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	21
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	21
7 - 6. 特許出願	21

1. 研究開発プロジェクト名

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

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・内容

- ①研究開発動向の把握と萌芽的研究領域の抽出
- 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
- ③産業展開可能性の評価
- ④ビジネスエコシステムの構造分析
- ⑤ビジネスエコシステムの設計と評価

2 - 3. 主な結果

- ・論文情報等を用いた分析により、運転アシストや自動運転等の分野における研究開発動向や萌芽的研究領域を抽出した。
- ・複数研究領域の関連性分析により、新たなドラッグデリバリー技術のシーズを探索し、ゲート膜を用いて薬剤の徐放を制御する方式を提案した。
- ・新聞記事等に基づき、二酸化炭素貯留技術等に関するアクターならびにアクター間の関係のリスト化を行い、ビジネスエコシステムの構造を記述した。
- ・エコシステムにおける協調行動をシミュレートする理論的なフレームワークを構築し、異なる条件のもとでの協調ネットワークの構造を分析した。

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・実施内容

- ①研究開発動向の把握と萌芽的研究領域の抽出
論文および特許情報を用いた引用ネットワーク分析により、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萌芽的研究領域の抽出を行う。データは、

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」が対象としている研究開発領域等を対象に収集する。データベースは、論文に関しては、機関ライセンスを有する論文データベース(Science Citation Index)を用いデータを収集する。特許に関しては、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することで使用し、データを収集する。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。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

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。「COI STREAM」に関する分析対象領域の選定や分析、解釈にあたっては、各拠点大学等と議論しながら実施する。分析対象領域が広範に渡りデータ量も膨大なものとなるため、分析データを整理する技術補佐員ならびに、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る。また、平成24年度プロジェクト企画調査「情報工学を用いた研究開発課題の設計支援手法の開発」の中で発見することが出来た革新的研究開発課題について更なる検討を進め、本手法の有効性を検証する。

③産業展開可能性の評価

①②で抽出した萌芽的・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。

また、エコシステムに関しては、下記の分析を実施する。

④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ス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。

⑤ビジネスエコシステムの設計と評価

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研究開発動向の把握と萌芽的研究領域の抽出

「COI STREAM」事業において、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に関する世界的な取り組みの調査と、研究動向の分析を行った。

世界的な自動運転への取り組み状況について

自動運転分野での世界的な取り組みについて、文献調査1)-6)を行った。

その結果、自動運転の取り組みは主にI.単体走行、II.追従、隊列走行、III.専用道路といった分野で区分できることが分かった。以下の表1,2,3に各分野の取り組み表を示す。

I. 単体走行

表 1:単体走行に関する取り組み 2) 3)4)

実施機関	DARPA(米)	Google(米)	ボッシュ(欧)
内容	自動運転コンテスト	公道での自動運転	公道での自動運転
実施期間	2004、2005、2007	2007～	2011～
要素技術	速度、操舵制御、GPS	速度、操舵制御、カメラ	周囲認識のセンサー

欧米では自動運転への意識が高く、既に公道を用いた試験走行が始まっている。

II. 追従、隊列走行

表 2:追従、隊列走行に関する取り組み 1) 5)

実施機関	HAVEit(欧)	NEDO、JARI(日)	カリフォルニア PATH(米)
内容	一般道での追従走行、高速道路での運転支援	高速道路での自動運転を用いた隊列走行	高速道路での自動運転を用いた隊列走行
実施期間	2008～2011	2008～2012	1986～
要素技術	車間での赤外線通信、車線検知	車間での光通信、RTKGPSの使用	無線を用いた車間での通信、車線検知

各国共に取り組みに力を入れており、高速道路に磁気マーカーを設置する方法や、車両に赤外線マーカーを取り付ける方法など、各種方法で試験を行っている。

III. 専用道路

表 3:専用道路に関する取り組み 1)6)

実施機関	トヨタ自動車(日)	City Mobil(欧)
内容	専用道路での運転	専用道路、車線での運転
実施期間	1999～	2004～2011
要素技術	磁気マーカー、光通信、操舵制御(磁気センサ)	車両誘導用白線、操舵制御(レーザーレーダー)

日本と欧州では専用道路を使用して、各種センサーを用いた無人運転を試験的に実施している。

要素技術としては各種センサーを用いた車間距離等の周囲の状況把握が必要不可欠であると考えられる。また、日本は自動運転に関して、単体走行の分野において欧米から若干の遅れがあることが見受けられる。

研究動向の調査

研究代表者らが開発した学術俯瞰システムを使用して自動運転に関する世界的な研究動向の調査を行った。2014年3月にweb of scienceを利用して、テキスト情報にassist及びdrive

及びcarが含まれているものをキーワードに検索したところ、2096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492件、16件のクラスタが抽出された。その結果として主要クラスタは、主にセンサー、知覚情報等を用いて、車の周囲状況の把握を行うものから構成されている事が判明した。また、表4にクラスタ全体の概要を示す。

表4:クラスタ全体概要(10件未満は省略)

番号	件数	概要
クラスタ1	64件	映像からの情報をベースとした走行レーン判断とドライバーアシスト
クラスタ2	62件	各種センサーを用いた道路を走行している車または物体の検知
クラスタ3	50件	コンピューター又は運転者の視覚情報を利用した運転者に対するサポートシステム
クラスタ4	43件	クルーズコントロール（車間距離を一定に保つ機能）や衝突予測機能等による運転支援
クラスタ5	41件	運転中の最適速度制御、最適速度予測
クラスタ6	40件	走行レーン切り替え時や走行時の横方向の安全検知
クラスタ7	40件	走行レーン切り替え時における衝突回避システムや最適運動
クラスタ8	38件	車線逸脱に対しての警告、自動制御システム
クラスタ9	29件	走行時のマップ把握や、車間距離等の周辺状況検知
クラスタ10	23件	高齢者の事故原因
クラスタ11	17件	道路標識の検知と認識
クラスタ12	16件	各種センサーを用いた駐車補助又は自動駐車システム
クラスタ13	16件	補助モーターによる電動ステアリング制御

次年度では、今年度得られたグローバルな研究動向に関する調査結果をもとに、名古屋大学等の国内における研究戦略の妥当性や有効性を検討する。これにより、論文分析による研究開発動向の把握と萌芽的研究領域の抽出方法の有効性と限界を明らかにする。また、客観的な分析をもとに、研究開発の実施者の研究開発戦略に影響を与えようとする際の問題点やあり得る関わり方について、アクションリサーチとして実施する中で検討する。

また、次世代自動車だけでなく、炭素繊維等の材料技術、二酸化炭素貯留技術等のエネルギー技術などの他のテーマに関しても同様の分析を実施する。

参考文献

- 1)オートパイロットシステムに関する検討会、国土交通省、
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/autopilot/>、 2014年3月24日アクセス
- 2)Darpa urban challenge,DARPA,
<http://archive.darpa.mil/grandchallenge/>, 2014年3月26日アクセス
- 3) Tom Simonite,Data Shows Googles Robot Cars Are Smoother Safer Drivers Than You or I,MIT Technology Review,October 25 2013
<http://www.technologyreview.com/news/520746/data-shows-googles-robot-cars-are-smoother-safer-drivers-than-you-or-i/> ,2014年4月1日アクセス

- 4) ボッシュデナー会長が講演,自動運転研究の進展と課題,Response.jp ,
<http://response.jp/article/2014/04/07/220677.html> ,2014年3月31日アクセス
- 5) HAVEit Architecture ,Have it,
<http://www.haveit-eu.org/displayITM1.asp?ITMID=6&LANG=EN> ,2014年3月31日アクセス
- 6) Heathrow PRT (Personal Rapid Transit) ,City mobil,
<http://www.citymobil-project.eu/> ,2014年4月2日アクセス
- 7) McCall,JC et al.,Video-based lane estimation and tracking for driver assistance: Survey, system, and evaluation ,IEEE T INTELL TRANSP, V7, P20 (2006)
- 8) Sivaraman,S et al,Vehicle Detection by Independent Parts for Urban DriverAssistance, IEEE T INTELL TRANSP,V14, P1597 (2013)
- 9) Trivedi,MM et al,Looking-in and looking-out of a vehicle: Computer-vision-based enhanced vehicle safety, IEEE T INTELL TRANSP,V8, P108 (2007)
- 10) Saffarian,M et al, Enhancing Driver Car-Following Performance with a Distance and Acceleration Display, IEEE T HUM-MACH SYST, V43, P8 (2013)

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

本年度はCOI STREAM事業で川崎拠点が対象としている体内病院を実現するための研究シーズを抽出するための分析を実施し、川崎拠点の構成員と議論を行った。特に、ドラッグデリバリーとデンドリマーやナノサイズのテンプレート構造、ゲート膜に関する知見を組み合わせた分析を実施した。

ドラッグデリバリーに関する論文集合と、ゲート膜に関する論文集合の組み合わせを分析した結果、多孔質材料の表面に感光性ポリマー（ここでは光により、荷電と不荷電の二つの状態間に転換できるポリマー）を有し、静電相互作用でデンドリマーの吸脱着をコントロールし、孔の入り口を開閉させる構造により、薬剤の徐放を制御できるとのアイデアが生まれた。今後は、技術的な可能性やアイデアの意義などについて検討していく必要がある。

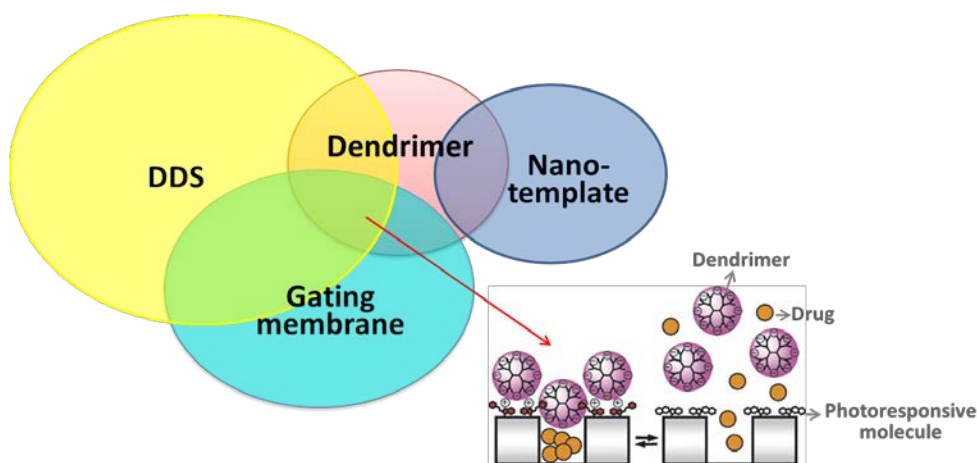


図1 革新的研究開発課題検討のための関連性分析

③産業展開可能性の評価

萌芽的研究領域の抽出および革新的研究開発課題の設計の検討が十分に進まなかったため、本年度は実施しなかった。

④ビジネスエコシステムの構造分析

社会科学グループでは、下記のプロセスでステークホルダーネットワークの構造分析を進めている。1. とそれ以外は同時並行で行っている。

1. 関連研究の幅広いレビュー、関連理論のディシプリンを越えたレビュー
2. アクションリサーチの対象領域の選定と関連資料調査による定性的研究
3. 選定した分析対象に関する新聞記事の抽出に基づくアクターのリスト化
4. ステークホルダー間の関係に関する多面的なネットワーク分析を通じた論点の限定
5. ステークホルダー間の関係に関するフィールドリサーチによる論点の深堀と理論との関連づけ
6. ステークホルダーネットワークの構造的把握、設計法・制御法の提案

H25年度の調査研究では、現時点で選定候補となっている、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)、次世代自動車(電気自動車・自動運転車)、炭素繊維を対象に調査を行った。本報告書ではCCSを例にとり、作業結果の概要を示す。

日経テレコンにおける「CCS」をキーワードにした記事検索の結果、記事数が多くなったのは2008年からである(図2)。2008年以前の「CCS」を含む記事はCarbon dioxide Capture and StorageのCCSとは異なり、別の意味のCCSであった。

アクターの一覧

記事全文から具体的な組織主体(アクター)を抽出した(表5)。

表5 CCSのアクターの一覧

ID	アクター名	区分	業種	国
1	ローレンス・バークレー国立研究所	研究所		アメリカ
2	R I T E	財団法人		日本
3	中外テクノス	企業	エンジニアリング	日本
4	サスクパワー	企業	電力	カナダ
5	ケーコール	企業	エンジニアリング	韓国
6	九州大学	大学		日本
7	アメリカ政府	政府		アメリカ
8	中国政府	政府		中国
9	Jパワー	企業	電力供給サービス	日本
10	I H I	企業	総合重機	日本
11	経済産業省	政府		日本
12	日本CCS調査	企業	リサーチ・調査	日本

13	エクストラータ	企業	鉱山	スイス
14	日揮	企業	プラント設計・工事	日本
15	新日鉄住金エンジニアリング[1]	企業	プラント設計・工事	日本
16	クラレ	企業	原料樹脂	日本
17	三井物産	企業	総合商社	日本
18	C S エナジー	企業	電力供給サービス	オーストラリア
19	豪州石炭協会	団体		オーストラリア
20	東芝	企業	総合電機	日本
21	ネットパワー	企業	エネルギー	アメリカ
22	ショー・グループ	企業	総合重機	アメリカ
23	オーストラリア政府	政府		オーストラリア
24	日東電工	企業	電気機能材料	日本
25	日立カナダインダストリーズ	企業	発電機器製造	カナダ
26	エクセロン	企業	電力・ガス	アメリカ
27	ガスノバ	企業	CCS	ノルウェー
28	三菱重工業	企業	総合重機	日本
29	関西電力	企業	電力	日本
30	N E D O	政府		日本
31	サザンカンパニー	企業	電力	アメリカ
32	シグマパワー有明	企業	発電	日本
33	華電工程	企業	発電所向け機器・設備 メーカー	中国
34	日立製作所	企業	総合電機	日本
35	日立パワーヨーロッパ	企業	火力発電プラント用 機器	ドイツ
36	バッテンフォール	企業	電力	スウェーデン
37	新日本製鉄[2]	企業	高炉製鉄	日本
38	J F E スチール	企業	高炉製鉄	日本
39	住友金属工業	企業	高炉製鉄	日本
40	N F L	企業	肥料	インド
41	丸紅	企業	総合商社	日本
42	アラビア石油	企業	石油開発・精製・販売	日本
43	神戸製鋼所	企業	高炉製鉄	日本
44	日新製鋼	企業	高炉製鉄	日本

45	アブダビ未来エネルギー公社	企業	再生可能エネルギー・不動産	アラブ首長国連邦
46	シーメンス	企業	製造業	ドイツ
47	フォスター・ウィーラー	企業	総合重機	スイス
48	エーオン	企業	エネルギー	ドイツ
49	スコティッシュ・アンド・サザン・エナジー	企業	電力	イギリス
50	フォータム	企業	電力	フィンランド
51	双日	企業	総合商社	日本
52	サスカチュワン・パワーコーポレーション	企業	電力	カナダ
53	アルストム・パワー	企業	重電	フランス
54	アメリカン・エレクトリック・パワー (AEP)	企業	電力	アメリカ
55	トランスアルタ	企業	電力	カナダ
56	KBR	企業	プラント	アメリカ
57	BASF	企業	化学	ドイツ
58	シェブロン	企業	石油	アメリカ
59	エクソンモービル	企業	総合エネルギー	アメリカ
60	ロイヤル・ダッチ・シェル	企業	石油	オランダ
61	日本政府	政府		日本
62	カナダ政府	政府		カナダ
63	ゼロジェン	企業	CCS	オーストラリア
64	三菱商事	企業	総合商社	日本
65	米電力研究所 (EPRI)	財団法人		アメリカ
66	ペトロバトナム化学肥料総公社	企業	製造業	ベトナム
67	東京大学	大学		日本
68	三井物産	企業	総合商社	日本
69	EU	政府		
70	神戸大学	大学		日本
71	ルネッサンス・エナジー・リサーチ	企業	エンジニアリング	日本
72	トヨタ	企業	自動車	日本
73	JCOAL	財団法人		日本
74	中国石油天然気	企業	石油	中国

備考

[1]新日鉄エンジニアリングから2011年に社名変更

[2]現在の新日鉄住金

アクター間のイベント

次にアクター間のイベントを抽出した(表6)。

表6 CCSのアクター間のイベント一覧

イベント年	アクター	イベント区分	イベント詳細
2013	ローレンス・バークレー国立研究所, RITE	共同研究	地層水の排出や地熱利用が可能な次世代CCSを共同研究する
2013	中外テクノス, サスクパワー, ケーコーラル	共同研究	CCSの実証実験に参画する
2013	中外テクノス, 九州大学	共同研究	大学の協力を得て地表のCO ₂ を測定し、データを無線で送信・分析するシステムを開発した
2013	アメリカ政府, 中国政府	提携	CCSや自動車の排ガス対策などの協力で合意した
2013	Jパワー, IHI	実験開始	オーストラリアのカライドでCCSの実験を開始
2013	経済産業省, 日本CCS調査	委託	経済産業省が日本CCS調査に苫小牧でCO ₂ 貯留実験を委託。施設を15年度までに整備し、16年度から実際の貯留を開始。年10万トン以上を貯留し、19、20年度にCO ₂ の状態を観察する。
2012	エクストラータ, Jパワー, IHI, 三井物産, CSエナジー, 豪州石炭協会	実験開始	オーストラリアのピロエラでCCSの実験を開始
2012	日揮, 日本CCS調査	受注	日本CCS調査からCO ₂ を回収して圧縮するための地上設備を受注
2012	RITE, 新日鉄住金エンジニアリング, クラレ, 日東電工	共同研究	独自開発の膜にCO ₂ を吸着させる新たな手法の実験
2012	東芝, ネットパワー, ショー・グループ, エクセロン	共同研究	二酸化炭素(CO ₂)の分離・回収を同時にできる新たな火力発電システムを共同で開発すると発表した。CO ₂ を分離・回収する設備「CCS」を設けなくても高純度で高圧のCO ₂ を回収できるのが特徴。

2012	オーストラリア政府, アメリカ政府	共同研究	西オーストラリア州北西沖のゴルゴン鉱区に年産1500万トンのLNG基地を建設中。14年に完成の予定で、併せてCCS設備の稼働を目指す。米政府と共同研究
2012	日立カナダインダストリーズ, サスクパワー	共同研究	CCSの技術開発で提携する
2010	経済産業省, 日本 CCS調査	委託	苫小牧で、海底に広がる地層がCO2を圧入するのに適しているかの調査を依頼
2011	三菱重工業, ガスノバ	受注	発電所から出る二酸化炭素(CO2)を回収する大規模設備について、設計や施工法などを提案する初期計画業務を受注した
2011	三菱重工業, 関西電力	共同研究	CO2回収技術を共同開発
2011	NEDO, 東芝	委託	ブルガリアで高効率の石炭火力発電所と、二酸化炭素(CO2)分離回収(CCS)設備の導入に関する案件形成調査(FS)を委託した
2011	三菱重工業, サザンカンパニー	実験開始	アラバマ州のバリー石炭火力発電所で1日500トンのCO2を回収する実証試験をスタート
2011	東芝, シグマパワー有明	実験開始	三川発電所のパイロットプラントで1日10トンのCO2の回収実験を行う
2011	東芝, 華電工程	提携	CCS技術の協力覚書を締結
2011	IHI, CSエナジー	プロジェクト	「酸素燃焼法」を使ったCCSプロジェクトに乗り出した
2010	日立製作所, サスクパワー	提携	CO2回収技術の協力協定を締結
2010	日立パワーヨーロッパ, バッテンフォール	共同研究	シュワルツブンプ石炭火力発電所で10年4月から酸素燃焼バーナーの試験を実施するなど技術開発を進めている
2011	新日本製鉄, JFEスチール, 住友金属工業, 神戸製鋼所, 日新製鋼, 新日鉄エンジニアリング	プロジェクト	「COURSE50」プロジェクトを共同で行う
2012	三菱重工業, NFL	技術供与	尿素肥料工場向けに二酸化炭素(CO2)の回収技術を供与する。今後CCSと組み合わせていく予定
2010	丸紅, アラビア石油	技術供与	アラビア石油の技術を使って、CO2削減事業の調査にインドネシアで取り組む

2010	アブダビ未来エネルギー公社, シーメンス	提携	CCSを含む戦略提携を発表
2010	三菱重工業, フォスター・ウィラー, エーオン	受注	フォスター・ウィラーと共同でオーエンからCCS装置の設計を受注した
2010	三菱重工業, スコティッシュ・アンド・サザン・エナジー	共同開発	低炭素エネルギーの開発で協力する (CCSも含まれる)
2010	日立製作所, フォータム	共同開発	二酸化炭素 (CO ₂) の回収技術を共同開発
2010	双日, サスカチュワン・パワーコーポレーション	提携	技術提携を結んだ
2010	アルストム・パワー, アメリカン・エレクトリック・パワー	共同新設	共同でつくった実証プラントが昨年10月に完成した
2009	新日鉄エンジニアリング, RITE	実験開始	共同で、石炭ガス化炉から出るガスを高分子膜で二酸化炭素 (CO ₂) と水素に分離する試験を北九州市で始めた
2009	アルストム, トランスアルタ	共同新設	共同で、同国エドモントン近くにある石炭火力発電所にCO ₂ 回収プラントを新設する
2009	シーメンス, エーオン	共同新設	フランクフルト近郊のシュタウディンガー石炭火力発電所にCO ₂ 回収の実験プラントを新設する
2004	日揮, KBR	共同新設	CCS設備を稼働
2009	日揮, BASF	提携	CO ₂ の分離に必要な吸収溶剤の開発で提携
2009	シェブロン, エクソンモービル, ロイヤル・ダッチ・シェル	共同開発	オーストラリア北西部沖の海底ガス田「ゴーズン」事業で発生する二酸化炭素 (CO ₂) の回収・貯留 (CCS) 技術の事業化に取り組む
2009	日本政府, カナダ政府	共同開発	オイルサンドにCO ₂ を封入する技術の共同開発に着手
2009	オーストラリア政府, 日本政府, Jパワー, IHI	実験開始	石炭火力発電所での大規模実証実験に着手
2009	ゼロジェン, 三菱重工業, 三菱商事	委託	CO ₂ の排出を従来より最大で90%削減する次世代型火力発電所をオーストラリアに建設するプロジェクトの事業化調査を依頼 (ゼロジェンから三菱重工、三菱商事へ)

2009	三菱重工業, エーオン	受注	エーオンの英国法人から、石炭火力発電所から出るCO ₂ を回収する装置(CCS)の基本設計を受注した
2009	三菱重工業, サザンカンパニー, 米電力研究所(ERPI)	提携	CCSの実証実験を米国で始めると発表した
2009	三菱重工業, ペトロベトナム化学肥料総公社	技術供与	CO ₂ の回収技術を供与することを決めた
2009	日本CCS調査, 東京大学	共同研究	CCSの共同研究をすると発表
2008	東芝, シグマパワー有明	共同新設	シグマパワー有明(東京・港)の三川発電所(福岡県大牟田市)に石炭火力発電所から発生する二酸化炭素(CO ₂)を分離・回収する実証プラントを建設する
2008	Jパワー, IHI, 三井物産	プロジェクト	オーストラリアのクイーンズランド州の石炭火力発電所でCCSの大規模プロジェクトに着手した
2008	三菱重工業, ロイヤル・ダッチ・シェル	プロジェクト	中東でCCSの共同プロジェクトを手掛ける
2008	日本政府, EU	共同研究	政府間協議を開催。CCSの共同研究も
2008	三菱重工業, ガスノバ	受注	CCS設備の初期設計業務を受注した
2008	神戸大学, ルネッサンス・エナジー・リサーチ	共同開発	二酸化炭素(CO ₂)だけを効率よく分離する高分子膜を開発
2008	トヨタ, 日揮, RITE, 中国石油天然気, 華電工程	提携	火力発電所から排出される二酸化炭素(CO ₂)を油田に注入、封じ込めて原油を取り出しやすくする事業で協力する
2008	Jパワー, IHI, JCOAL	実験開始	実証実験に着手する

年毎の出来事の概要

2008年

CCS設備の実現に向けて、各アクターが共同研究、共同開発等に着手し始める。このときにアクターとして多く掲載されたのが三菱重工業、IHI、Jパワーである。また、日本政府とEUの提携や神戸大学とルネッサンス・エナジー・リサーチの共同開発など、企業以外に政府と大学もCCSに関係していた。

2008年の記事には、他アクターとの関係は報道されていないが、「日本CCS調査」というCCS専門の企業が、CCS各分野の専門技術を有する企業24社の出資により設立されている。(内訳：電力会社11社、石油元売り会社5社、エンジニアリング会社4社、石油開発会社2社、鉄鋼会社1社、化学会社1社)

2009年

9月まで共同研究、CCS設備の設計の受注等が決定したことが報道されている。2009年10月22日に独シーメンスと独エーオンがCCSの実験プラントを新設したと報道されるなど、現実のものになり始めた。2009年も三菱重工業の活動が目目を引いた。ペトロベトナム化学肥料総公社、米サザンカンパニー、米電力研究所（EPR I）、独エーオン、豪ゼロジェンという海外勢との提携または受注があった。

2010年

経済産業省が日本CCS調査に、苫小牧で、海底に広がる地層がCO₂を圧入するのに適しているかの調査を依頼した。経済産業省からの委託は2009年1月より受けており、2011年に大きく報道されることになった。（ソース：<http://www.japanccs.com/corporate/history.php>）

2011年

提携や実証実験スタートの記事が並んだ。多くの提携が日本企業と海外企業の組み合わせであり、日本企業としては三菱重工業、IHI、東芝、日立製作所が中心となっている。また、新日本製鉄をはじめとする製鉄企業6社で「COURSE 50」という製鉄におけるCO₂の分離・回収技術の開発、実用化を目指すプロジェクトが発足した。

2012年

東芝、米エネルギー会社のネットパワー、米総合重機会社のショー・グループ、米電力・ガス会社のエクセロンがCO₂の分離・回収を同時にできる新たな火力発電システムを共同で開発すると発表した。CCSを設けなくても高純度で高圧のCO₂を回収できるのが特徴とあり、CCS技術以外にもCO₂を回収する技術の開発も見られた。また、オーストラリア政府がアメリカ政府との共同研究を行うことを発表し、スイスの鉱山会社のエクストラータ、Jパワー、IHI、三井物産、豪電力会社のCSエナジー、豪州石炭協会の6者が共同でオーストラリアのビロエラでCCSの実験を開始するなど、2012年はオーストラリアでの動きが目立った。

2013年（～12/26）

経済産業省が日本CCS調査に苫小牧でCO₂貯留実験を委託。施設を15年度までに整備し、16年度から実際の貯留を開始する予定。また、米ローレンス・バークレー国立研究所とRITE（地球環境産業技術研究機構）が地層水の排出や地熱利用が可能な次世代CCSを共同研究することを発表した。依然として、実用化の段階にはなく、共同研究、実証実験の開始等の報道が多い。

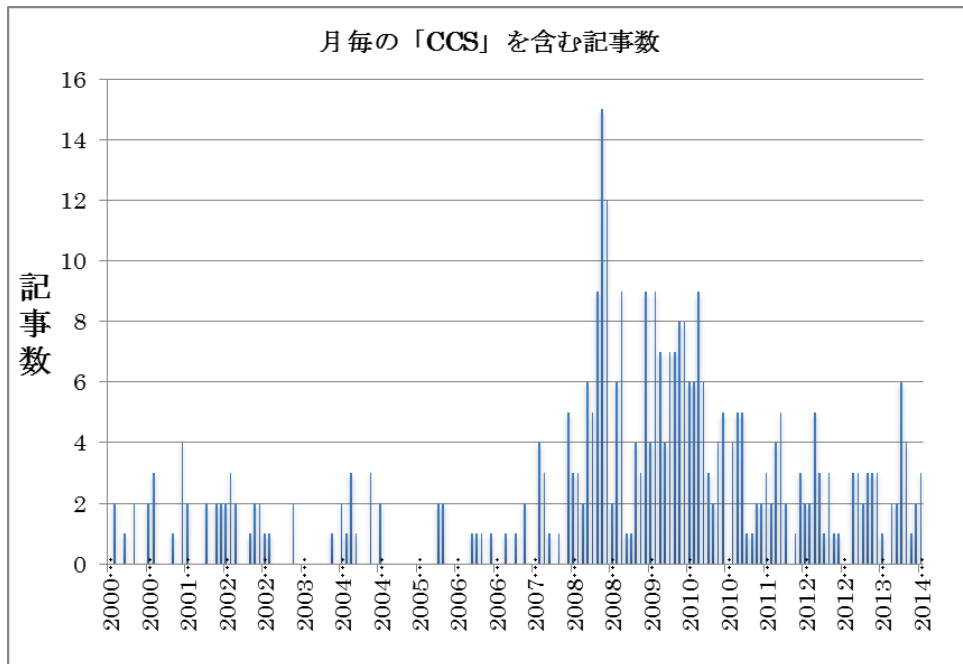


図2 「CCS」を含む記事数

ネットワーク図の描画

2004～2013年のすべてのイベントに対して、有向のネットワーク図を描画した(図3)。片側の矢印は、

1. 委託：委託元 --> 委託先
2. 技術供与：技術提供者 --> 提供された側
3. 受注：発注者 --> 受注者

の関係に対して適用した。また、両側の矢印の「複合」に関しては、アクター間で2回以上の関係があり、かつ関係性が2つ以上の区分に属する場合に付けた。図の番号は、表5に示したアクターのIDである。

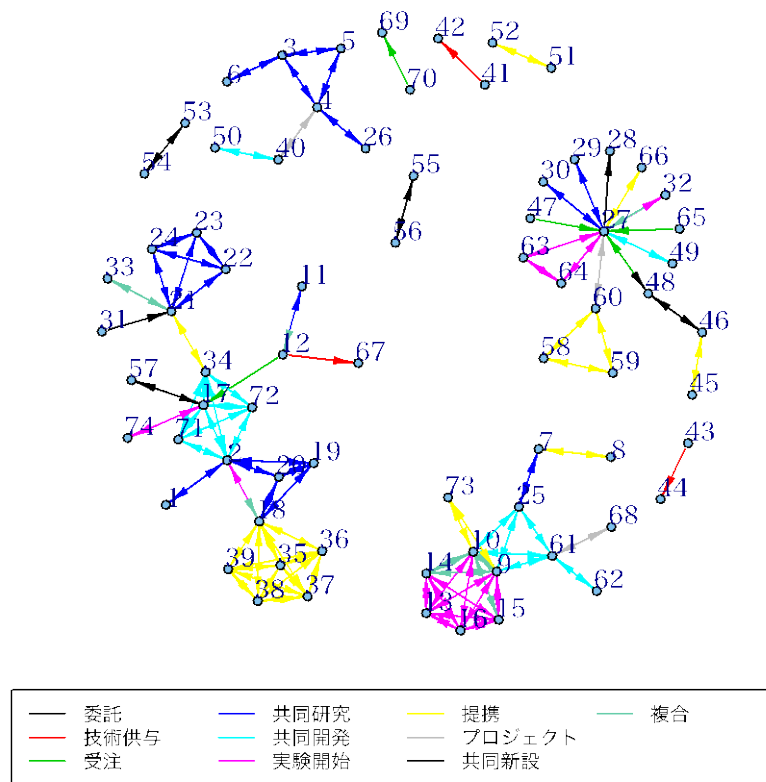


図3 CCSのアクターのネットワーク図

今後は次の5つの方向で検討と分析を展開する予定である。

第一に構造分析と設計・制御法の提案に向けたさらなる理論や関連研究のレビューとレビュー論文執筆である。

第二に既存分析対象であるCCS、自動運転、炭素繊維、に加えて電子カルテ（医療情報）、スマートグリッドといった対象の拡大と、それぞれの分析対象に対する分析プロセスの進展である。

第三に情報工学の知見を用いた分析プロセスの精緻化と自動化である。具体的には、情報探索問題という情報工学分野のタスクを援用して、テキスト情報からのアクターの自動抽出、アクター間関係の自動抽出、ネットワーク図描写の自動化を進める。これにより分析効率が向上する。

第四に各対象に対するフィールドワークの実施である。ネットワーク分析の背後にある経緯や関係性も視野に入れたうえでエコシステムの構造分析とそ構造形成過程に関する解釈を行う必要がある。

第五に学際的な知見を集約してエコシステムの設計と制御法の開発に向けたフレームワークの精緻化である。

さらに、研究者ネットワークの分析などへの社会科学グループの関与と貢献も目指す。

⑤ ビジネスエコシステムの設計と評価

アクター間の協働と競争によって発展するエコシステムが注目を集めているが、これまでも協力行動の創発を促す仕組みの研究が多くなされてきた。Nowak(1998)は、互惠性理論を発展させ、“image scoring”という評価の概念を導入し、「相手に協力行動をすれば、周囲からの自身に対する評価が上がり、相手以外の他の誰かからも協力行動を返してもらえる」という間接的互惠関係という仕組みによって、協力行動の進化的安定をシミュレーションによって説明した。本研究ではNowakの導入した間接的互惠関係に基づく協力関係創発モデルを基礎とした上で、より人間の心理変化に忠実なモデルとするため、Heider(1958)の認知的均衡定理との統合を行った。また人間関係に焦点を当てるために、image scoreを関係性として抽出しネットワークとして協力関係を記述し、またそのネットワークによる意思決定への影響及び情報の不完全性を導入した。このモデルの下、社会的ジレンマ状況における協力関係の創発過程に多様な要素、特に戦略模倣と個体差が与える影響を分析した。以下、戦略模倣と能力差の影響分析をシミュレーションA、戦略模倣の不完全性の影響分析をシミュレーションBとよぶ。

シミュレーションA、Bによって得られた協力関係数の推移を次項図に示す(図4.5)。本報告書ではシミュレーションの詳細は省くが、本年度の研究成果として下記の結果が得られた。

シミュレーションAにより、戦略模倣・能力差が与える影響を分析した結果、次の事が分かった。戦略模倣による戦略パラメータ減少が同時多発的に協力関係を形成し、評価の類似化を引き起こす事で強固かつクラスター性の高い協力関係の維持を実現する。しかしその一方で戦略模倣による戦略パラメータ増加は評価の類似化が十分でないプレイヤーをネットワークから分離させる傾向も合わせ持つ。また能力差の存在によって、能力値が低いプレイヤーが協力行動を活かす事ができないため、ネットワーク外のプレイヤーから非協力行動を受けることが多くなる。その一方で能力値が2以上のプレイヤーはネットワーク外のプレイヤーとも協力関係を形成しうる。故に評価に偏りが生じ、能力値が低いプレイヤーはネットワークから分離していく傾向を持つ。さらに能力差と戦略模倣が同時に存在する場合、能力差によって評価の類似化する速度にばらつきがあるために、戦略模倣による戦略パラメータの増加が引き起こす同時多発的な協力関係の切断が能力値1のプレイヤーのみならず、評価の一致が遅れているプレイヤーもネットワークから分離させるため、能力差と戦略模倣は相乗的により多くの協力関係の切断を引き起こす。

シミュレーションBにより、戦略の模倣が不完全な状態のほうがより協力関係の創発を促す事が示され、その過程に戦略変化による同時多発的な協力関係創発と模倣完全度の小ささによる低い戦略の維持、戦略変化の遅さによる評価の類似化に掛けられるターン数の増加、が重要な仕組みとして機能していることが示された。

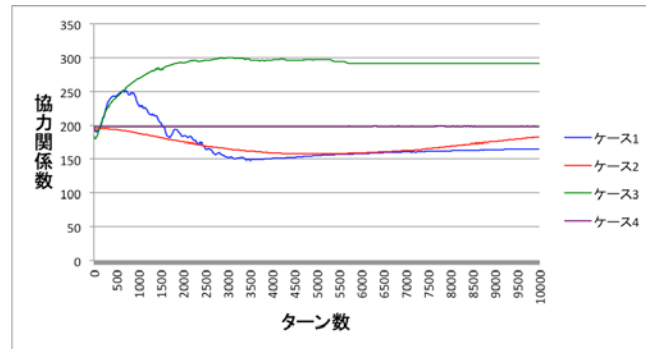


図4. シミュレーション A における協力関係数推移

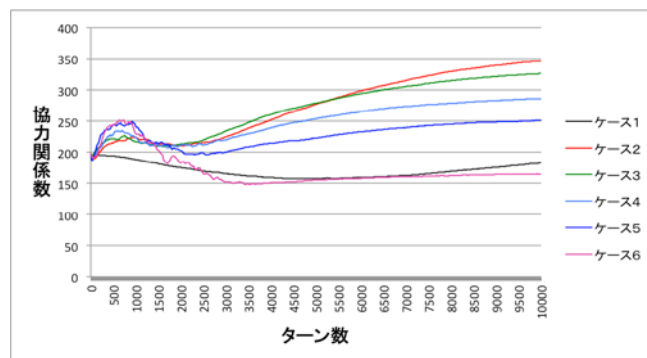


図5. シミュレーション B における協力関係数推移

次年度では、今年度得られた結果をもとに、各学術領域での協力関係をモデル化する。これにより、研究開発プロジェクト実施時の分野特性に応じた適切な組織編成を分析するためのモデルを提示する。また、モデルの改良を行い、研究開発プロジェクト立案及び実施過程での意思決定を支援するモデルとする。現在のモデルでは、研究開発関与者の協力・非協力関係をモデル化している。今後は、研究開発投資や経営資源の配分が成果に与える影響や、成果の帰属割合が協力・非協力の意思決定に与える影響をモデルに取り入れる。

参考文献)

Martin A. Nowak & Karl Sigmund (1998) Evolution of indirect reciprocity by image scoring, Nature, Vol.393, pp.573-577, 1998.

Heider, F.(1958) 対人関係の心理学, 誠信書房, p.19

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
2013年 11月28日	研究ミーティング	東京工業大学	進捗報告ならびに研究計画の議論
2013年 12月17日	研究ミーティング	東京工業大学	進捗報告ならびに研究計画の議論
2014年 2月6日	研究ミーティング	東京工業大学	進捗報告および議論
2014年 3月6日	研究ミーティング	東京工業大学	進捗報告および議論

4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

本プロジェクトでは、大学や企業等の研究者や研究開発マネージャーに対し、研究開発プロジェクトやプログラムが対象としている領域における萌芽的研究領域や革新的研究課題、産業への応用可能性、ビジネスエコシステムの構造等の情報を提供する。これにより、研究開発成果を活用するとともに、本プロジェクトで開発する分析手法の社会実装を目指す。

また、論文や特許を用いた既存の分析手法を、科学技術イノベーション政策におけるプログラム・プロジェクトの設計という観点から体系化を行う。体系化した結果をサーベイ論文や著書として公開するための準備を進めている。

5. 研究開発実施体制

(1) 情報工学グループ

① 梶川裕矢（東京工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科、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（東京工業大学大学院イノベーションマネジメント研究科、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

情報工学グループ：東京工業大学、東京大学

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
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
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
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
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
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
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
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

社会科学グループ：東京工業大学、東京大学

氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
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
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
鏑木 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
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
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

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

・なし

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

・なし

(2) ウェブサイト構築

・なし

(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

・ 梶川裕矢、「革新的技術開発・普及」、経済産業省環境と経済研究会、(東京、2014年1月31日).

7 - 3. 論文発表

(1) 査読付き (0 件)

●国内誌 (0 件)

●国際誌 (0 件)

(2) 査読なし (0 件)

.

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 0 件、国際会議 0 件）

(2) 口頭発表（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

(3) ポスター発表（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等

なし

7 - 6. 特許出願

なし