

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

1. 機関の代表者 (学長)	(大学名) 北陸先端科学技術大学院大学	機関番号	13302
	(ふりがな(ローマ字)) KATAYAMA TAKUYA (氏名) 片山 卓也		

2. 大学の将来構想

本学は、平成2年に大学院課程のみを有する新構想大学として創設された。目的として、先端科学技術分野に係る高度の基礎研究の推進と、先端科学技術分野の研究開発等を担う高度の研究者、技術者等の組織的な養成を掲げ、常に**新しい学問の創造に挑戦**することを基本姿勢とした。

平成12年度に、創設10周年を期して全学的に教育研究及び管理運営すべてに自己点検・評価を実施し、さらに外部評価を実施し、創設に際しての目的を次のように再構築した。世界最高水準の豊かな学問的環境を創出し、その中で次代の科学技術創造の指導的役割を担う人材を組織的に養成することによって、世界的に最高水準の高等教育研究機関として、文明の発展に貢献することを目指す。この後、本学のすべての教育研究活動はこの理念の達成に向けて、必要な改革を進める中で展開してきている。

平成16年4月の国立大学法人化を契機に、一層の飛躍を遂げるべく数々の方策を実施してきた。それらの基本となっているのは、上記の理念を具体的に実現していくための行動計画である。これは第1期中期目標・計画の骨子となっているものである。行動計画は5つあり、各項目とそれぞれの方針は、次のとおりである。

イ. 世界最高水準の研究の推進

世界最高水準の研究大学として世界的に認知される存在になることを目指して、個人研究、学内共同研究、国際共同研究、その他学外諸機関との共同研究等を強力に推進する。

ロ. 世界最高水準の教員・研究員の確保

世界最高水準の研究大学は最強の教員・研究員によって実現する。常に、より優れた人材を確保するために、国籍、性別、出身大学、職歴等の多様化を念頭に広く候補者を求める。

ハ. 意欲的な学生の確保、組織的教育の推進

豊かな学問環境の中で、次代の人類社会と文明に貢献する科学技術の発展を担う指導的人材となり得る学生を確保し、組織的に育成する。

二. 先端的研究成果の技術移転の促進

先端的な研究成果を社会に還元し、経済・産業の発展に貢献すると共に、教員・学生の研究成果に基づくベンチャー創業マインドを醸成する。

ホ. 柔軟で機動的な管理運営の徹底

教育研究の充実方策を強力に推進するために、大学改革の方向を先取りして、絶えず柔軟かつ機動的な管理運営を行う。

各項目の方針を受けて、それぞれに達成すべき目標を定め、必要な施策を、すでに実施しているものを含めて方策として実行している。それらの底流となっている基本姿勢は、**挑戦、革新、ボーダレス**の3つのキーワードで要約することができる。

はじめの二つは、本学の創設の理念に係る基本姿勢である。三つ目の「ボーダレス」とは、文字通り境を設けないことである。本学では、**学問の前には国籍や言語の違いは何の意味も持たない**という信念に基づいて、構成員間に一切の境を作らないことを基本姿勢としている。

ボーダレスにより、国籍によらない優れた人材の採用、英語による博士後期課程教育（全講義）などを行っている。学内の共通語は日本語と英語となっており、窓口対応とすべての事務連絡文書のバイリンガル化を実行している。また、教員、学生が論文執筆、国際会議での発表・討論等の場面で、英語によるテクニカルコミュニケーション（TC）の能力が必須であることから、すべての学生を対象とした正規カリキュラムとしてTC教育を実施している。

COE研究教育拠点形成の支援

本学は、研究の活性化、高度化を推進する方策として、学内及び国際共同研究プロジェクトの制度を設けており、今回の申請する拠点プログラム「**検証進化可能電子社会—情報科学による安心な電子社会の実現—**」は、このような学問領域を越えた共同研究を推進してきた本学の研究土壌の上に展開するものである。

本拠点プログラムは、本学の基本姿勢である「新領域の開拓」を図り、検証可能電子社会を設計・構築するための新学問分野の創造を目指す。このために、本学は以下の点について支援する。

- 拠点形成を推進する優れた教員・研究員の採用
- 拠点が期待する人材を育成する教育体制の整備
- 研究、教育、外部機関との連携、国際会議などを支援する「**電子社会検証進化研究センター**」の設置

3. 達成状況及び今後の展望

【達成状況】

申請時に掲げた行動計画及び拠点形成支援の取組状況及び具体的な成果は以下のとおりである。

イ. 世界最高水準の研究の推進

知識科学、情報科学、マテリアルサイエンスの3領域において、合わせて7つの研究テーマに重点的に取り組み、その結果、21世紀COEプログラムに2件が採択されるなど、研究拠点の形成に成果を挙げた。

分野横断的な共同研究を奨励するため、流動的な研究プロジェクト組織「研究ユニット」を平成20年度までに計8ユニット設置し、教員の自発的な研究活動を積極的に支援した。学長裁量経費により、平成16～20年度の5年間で、学内研究プロジェクト65件、1億9,930万円、国際共同研究プロジェクト52件、9,376万円を採択し、重点的に強化すべき共同研究を支援した。

分野融合領域におけるエクセレントコアを形成するため、平成19年度に先端融合領域研究院を創設した。

ロ. 世界最高水準の教員・研究員の確保

採用に当たっては公募制を原則とし、国籍等を問わず優秀な教員の確保に努めたほか、学長のリーダーシップによる優秀な教員の確保のため、平成17年度に年俸制による「特別招聘教授」制度を創設し、2名を採用した。また、通常の人事手続を経ない「学長裁量選考」を平成16年度に創設し、平成16～20年度の5年間で計45名を採用した。

平成10年度に導入した我が国初の全学的な任期制は、引き続き円滑な運用を図り、平成20年度で任期制適用者が90名、全体に占める割合が60%となっている。

また、優秀な教員の育成・確保の観点から、平成18年度採択の科学技術振興調整費「若手研究者の自立的な研究環境整備促進事業」の支援をえてテニユア制導入に取り組んでいる。

国籍を問わず優秀な研究者の確保に努めた結果、外国人教員比率は平成20年度時点で11%と高い水準を維持し、外国人研究員については、平成16～20年度の5年間で客員研究員114名、特別研究員51名を招聘した。

ハ. 意欲的な学生の確保、組織的教育の推進

英語による博士後期課程教育（全講義）を引き続き推進し、優秀な留学生を積極的に受け入れた（23カ国192名、全学生の22%）。

開学以来の体系的なカリキュラムによるコースワークと主テーマと副テーマ研究、厳格な成績評価、バイリンガル環境における科学技術英語教育などにより

幅広い視野を持つ人材を多数社会へ輩出した。いわゆる大学院GPにもこれまでに3件が採択されている。

これに加え、組込みシステムコース、MOTコースなど実践的な教育コースを多数開発し、東京サテライトキャンパス等において社会人に提供している。

ニ. 先端的研究成果の技術移転の促進

産学官連携による研究成果の社会への還元を推進し、平成16年度からの5年間で、共同研究実施状況は467件、8億3,157万円、受託研究実施状況は267件、39億8,457万円となり、全国的にも高い水準にある。また、平成17年度に制度化した技術サービス（技術指導）はこれまでに64件、4,173万円を受け入れた。

IPオペレーションセンターを中心とする体制の下で技術移転を推進した結果、平成16～20年度の5年間で知的財産のライセンス等契約を32件締結し、1,335万円の収入が得られた。

ホ. 柔軟で機動的な管理運営の徹底

学長のリーダーシップによる大学運営を一層進め、教員が教育研究に専念できる体制を整えるため、学内委員会は必要不可欠なもの以外は原則として設けず、教育研究評議会、経営協議会に審議機能を集中し、効率的かつ機動的な運営を行った。平成20年に実質的な審議の場として、学長、副学長、事務局幹部、研究科長による運営企画会議を設け、運営体制を強化した。

COE研究教育拠点形成の支援

「新領域の開拓、次世代の指導的人材の育成」の基本構想のもと、学長裁量人事枠による2人の特任教員や法学の客員教員の採用、連携講座の設置、教育体制の整備、安心電子社会研究センターの設置などの支援を行い、形式検証技術などに関する新教育コースの開設、計画の倍以上の博士学位取得者の養成、以下の研究成果を上げて、拠点を形成した。

- ・法令の工学的扱いに関する新学問領域「法令工学」の提案、富山県条例や年金法に対する適用

- ・形式検証技術 CafeOBJ などの世界レベルの成果

- ・世界最大インターネットシミュレータのためのOS

なお、安心電子社会研究センターは、本拠点発展のため、本COEプログラム終了後も継続している。

【今後の展望】

今後取り組むべき主な課題は以下のとおりである。

- ・国際的大学院の推進

- ・安心安全社会実現の要となる分野の拠点形成

- ・優秀な教員を採用・確保するテニユア制の導入

- ・学生のキャリア目標に応える新教育プランの推進

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	北陸先端科学技術大学院大学	学長名	片山 卓也	拠点番号	K14	
1. 申請分野	K〈革新的な学術分野〉					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	検証進化可能電子社会—情報科学による安心な電子社会の実現— Verifiable and Evolvable e-Society					
研究分野及びキーワード	〈研究分野: 情報学〉(電子社会)(情報システム)(検証)(形式仕様)(進化発展)					
3. 専攻等名	情報科学研究科(情報科学専攻(旧名称: 情報システム学専攻、情報処理学専攻))、知識科学研究科(知識科学専攻(旧名称: 知識システム基礎学専攻))、情報科学センター、安心電子社会研究センター					
4. 事業推進担当者	計 29 名					
ふりがなくローマ字) 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー) Shimazu Akira 島津 明 (61) (H20. 4. 1〜拠点リーダー)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	自然言語処理 工学博士	電子社会の安心性要件の検証グループ			
Ono Hirokazu 小野 寛 晰 (67)	先端融合領域研究院・教授	数理論理学およびその情報科学への応用 理学博士	電子社会のための法推論自然言語処理 電子社会の形式的仕様記述体系グループ 電子社会記述のための形式論理			
Ogawa Mizuhito 小川 瑞 史 (50)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	ソフトウェア工学 博士(理学)	電子社会の形式的仕様記述体系グループ 電子社会の関数的記述			
Vestergaard Rene Vestergaard, Rene (38)	先端融合領域研究院・准教授	プログラミング言語 Ph. D.	電子社会の形式的仕様記述体系グループ 電子社会記述のための形式論理			
Tojo Satoshi 東条 敏 (52)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	人工知能 博士(工学)	電子社会の安心性要件の検証グループ 電子社会のための法推論機構			
Miyaji Atsuko 宮地 充子 (44)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	情報セキュリティ 博士(理学)	電子社会の安心性要件の検証グループ 電子社会のためのセキュリティ検証			
Defago Kusabie DÉFAGO, Xavier (40)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・准教授	分散システム・耐故障性 Ph. D.	電子社会の安心性要件の検証グループ 電子社会のためのディペンダビリティ検証			
Shinoda Youichi 篠田 陽一 (50)	情報科学センター・教授	インターネット技術 工学博士	電子社会のための検証方式グループ 電子社会シミュレーションのためのインターネット技術			
Aoki Toshifaki 青木 利 晃 (38)	安心電子社会研究センター・准 教授	ソフトウェア工学 博士(情報科学)	電子社会のための検証方式グループ 電子社会検証のための定理証明システム技術			
Ochimizu Kouichirou 落 水 浩 一 郎 (63)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	ソフトウェア工学 工学博士	電子社会のモデル化と進化グループ 電子社会進化のためのオブジェクト技術			
Hiraishi Kunihiko 平 石 邦 彦 (49)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	システム科学・工学 工学博士	電子社会のための検証方式グループ 電子社会のための検証技術			
Ikeda Mitsuru 池田 満 (48)	知識科学研究科 (知識科学専攻)・教授	知識工学 工学博士	電子社会のモデル化と進化グループ 電子社会進化のための知識体系化			
Ogata Kazuhiro 緒方 和博 (42) (H18. 4. 1追加)	情報科学研究科(情報科学専 攻)・准教授	コンピュータソフトウェア 博士(工学)	電子社会のための検証方式グループ 電子社会検証のための定理証明システム技術			
Suzuki Masato 鈴木 正人 (45) (H18. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・准教授	ソフトウェア工学 工学博士	電子社会のモデル化と進化グループ 電子社会のためのコンポーネント技術			
Futatsugi Kouichi 二 木 厚 吉 (62) (H17. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	ソフトウェア工学 工学博士	電子社会の形式的仕様記述体系グループ 電子社会の形式仕様と検証			
Asano Tetsuo 浅野 哲夫 (60) (H17. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	計算幾何学 工学博士	安心電子社会基盤グループ 検証進化アルゴリズム			
Hibino Yasushi 日比野 靖 (64) (H17. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	コンピュータグラフィクス 博士(工学)	安心電子社会基盤グループ 電子社会の高信頼アーキテクチャ			
Kaneko Mineo 金子 峰雄 (51) (H17. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	集積回路設計 工学博士	安心電子社会基盤グループ 電子社会の高信頼アーキテクチャ			
Akagi Masato 赤木 正人 (53) (H17. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	音声情報処理 工学博士	安心電子社会基盤グループ 電子社会の音声インタフェース			
Tou Takeshi 党 建武 (53) (H17. 4. 1追加)	情報科学研究科 (情報科学専攻)・教授	音声情報処理 博士(工学)	安心電子社会基盤グループ 電子社会の音声インタフェース			
Katayama Takuya 片山 卓也 (65) (H20. 3. 31拠点リーダー辞退)	情報科学研究科 (情報システム専攻)・教授	ソフトウェア科学・工学 工学博士	拠点形成総括 電子社会の検証・進化全般			
Soushi Masakazu 双紙 正和 (38) (H19. 5. 31辞退)	情報科学研究科・特任助教授	情報セキュリティ 工学博士	電子社会の安心性要件の検証グループ 電子社会のためのセキュリティ検証			
Brjónn Dínasú Björner Dines (69) (H18. 4. 1追加、H19. 2. 8辞退)	情報科学研究科 (情報処理学専攻)・特任教授	ソフトウェア工学 Ph. D.	電子社会のための検証方式グループ 電子社会のための形式ドメイン記述			
Shen Hong SHEN, Hong (48) (H18. 6. 30辞退)	情報科学研究科 (情報システム学専攻)・教授	情報ネットワーク Ph. D.	電子社会のための検証方式グループ 電子社会のための論理シミュレーション技術			
Nakamura Masaki 中 村 正樹 (31) (H18. 3. 31辞退)	情報科学研究科 (情報システム学専攻)・助手	ソフトウェア工学 博士(情報科学)	電子社会の形式的仕様記述体系グループ 電子社会の代数的記述			
Amano Noriki 天野 憲樹 (39) (H18. 3. 31辞退)	情報科学研究科 (情報システム学専攻)・助手	ソフトウェア工学 博士(情報科学)	電子社会のモデル化と進化グループ 電子社会の進化のための言語			
Fujieda Kazuhiro 藤 枝 和 宏 (35) (H18. 3. 31辞退)	情報科学研究科 (情報システム学専攻)・助手	ソフトウェア工学 博士(情報科学)	電子社会のモデル化と進化グループ 電子社会のための進化環境			
Ohori Atsushi 大堀 淳 (48) (H17. 3. 31辞退)	情報科学研究科 (情報処理学専攻)・教授	計算機科学 Ph. D.	電子社会の形式的仕様記述体系グループ 電子社会システム記述言語			
Tajima Keishi 田島 敬史 (36) (H17. 3. 31辞退)	情報科学研究科 (情報処理学専攻)・助教授	データベース 博士(理学)	電子社会のための検証方式グループ 電子社会シミュレーションのためのデータベース技術			
5. 交付経費(単位: 千円) 千円未満は切り捨てる (): 間接経費						
年 度(平成)	1 6	1 7	1 8	1 9	2 0	合 計
交付金額(千円)	107,000	87,000	82,430	78,000 (7,800)	79,000 (7,900)	433,352

6. 拠点形成の目的

電子社会システムが今後の社会の基盤となることに鑑み、安心できる電子社会システムを設計・構築する方法論を情報科学における形式的手法を用いて確立するとともに、新しい学問分野を創出することを目的とする。

電子社会システムとは、社会システムのうちで情報システムとして実現されるものを指す。これには、個人や組織、それらの関係など社会システムの構造が明確に定義されているほかに、その機能や振る舞いなどが制度や法規との整合性を保ち、進化性などの安心性要件を満たすものでなければならない。

電子社会では、政治、経済、司法、行政、医療、教育などの社会生活の基幹部分が電子化される。人々はそれにより利便性を享受する一方、電子社会システムのもつ欠陥、不完全性などから、生命や財産の危機に直面する可能性もある。また、システム変更の困難さから、社会が硬直化し、新しい環境への適応・進化ができない可能性もある。

革新性

上記の問題を解決するために、情報科学における形式的手法を適用することが本拠点の革新的な特色である。

電子社会情報システムでは、その構造、提供する機能やサービスなどの詳細が情報システムの内部に隠蔽されるため、従来の人間によるチェックなどの方法では、その安心性要件の確認などを行うことが困難である。電子社会システムを形式的な方法で明確にモデル化し、定理証明技術や論理シミュレーションなどにより論理検証を行う必要がある。

特色

情報科学は、高信頼で大規模なソフトウェアの記述や解析、構築のために形式的仕様記述、定理証明技術や論理シミュレーション、先進オブジェクト技術などの多くの概念や手法を生み出してきた。これらの概念や手法を電子社会システムの記述や検証、進化に用いることにより、安心できる電子社会を設計・実現することが本研究教育拠点の特色である。

ユニークさ

電子政府や電子社会に関する研究開発が世界中で活発に行われているが、それらの多く

は電子社会や電子政府が取り扱う機能やサービスの決定、その法規的な整備、実施体制、ネットワークなどのインフラの整備などである。本拠点で行おうとしているような、電子社会の数学的な記述と安心性の検証などの試みはなく、本拠点は極めてユニークである。

社会的重要性

社会システムが堅牢で安心できることは、わが国の活動すべてにわたって極めて重要であり、本拠点で研究する電子社会システムの形式的記述とその検証は、堅牢性、安心性を確保する上で基本的である。一方、本拠点の目指すもうひとつの観点、電子社会の進化性とは、社会情勢や社会環境の変化に応じて、電子社会システムを変更することが容易なことであり、社会の活性化にとって必須の要件である。電子化されたシステムでは、システム変更のためのコストや時間などの問題により社会活動の停滞を招きかねない。本拠点では、進化が容易なように電子社会をモデル化することを目指している。

さらに、電子社会システムを形式的に明確に記述することは、電子社会のアカウンタビリティの向上に貢献することが出来る。電子社会の機能やサービスについての問い合わせや疑問について、論理検証により明快に回答することが出来るからである。

学術的意義

電子社会の形式化、それに基づく検証・進化に関する学問分野は、その重要性にもかかわらず現在は極めて未成熟であり、わが国がこの分野の研究にいち早く着手することにより、学術的な優位性を将来にわたって確保することができる。

電子社会に関する研究は、社会情報学、数理情報学などでも行われているが、社会学的研究が主である。電子社会の構造記述に関する研究やその論理検証の研究はほとんど行われていない。本拠点の研究により、数理社会学、社会情報学に新しい展開をもたらすことができると思う。

期待される成果

- 検証進化可能電子社会システムに関する学問分野を開拓する。
- 博士を30名養成する。

7. 研究実施計画

安心できる電子社会システムを設計・構築する方法論を情報科学における形式的手法を用いて確立するとともに、新しい学問分野を創出することを目指し、安心性要件の論理検証方法論、電子社会システムの構造や機能の形式表現方法論、電子社会システムの進化方法論などに関する研究を以下の研究組織、研究グループ、海外研究機関との連携、実施計画により行う。

研究組織

▪ 事業推進担当者

本学教員の事業推進担当者により、電子社会の形式的仕様記述、安心性要件の検証、検証方式、モデル化などの研究を行う。

特任教員や客員教員を採用し、行政システムなどに関する面の研究を行う。

ポストドク、博士後期課程学生研究員を雇用し、研究補助を行わせるとともに、システム開発や研究の実地経験を積ませ、若手研究者として育成する。

▪ 研究センター

拠点の研究教育をサポートする研究センターを設立し、国内外の電子社会研究組織との連携、シンポジウム・国際会議、ワークショップの開催、研究成果の普及や広報活動を行う。

研究グループ

▪ 電子社会の形式的仕様記述体系グループ

電子社会システムの構造、機能、サービスなどを定義するための仕様記述言語の研究を行う。電子社会の構成員である個人や組織、組織の中での個人の役割・責任・権限、組織間の関係などの電子社会の構造や機能に関する記述が可能な仕様記述体系を数学的概念を用いて設計する。これに関する論理検証が可能な推論体系の研究を行う。

▪ 電子社会の安心性要件の検証グループ

電子社会の安心性要件を明確化し、形式的仕様がそれを満たすことを検証する方法を研究する。具体的には、電子社会の機能やサービスと法令との整合性の検証法、そのための自然言語処理、電子社会の中での情報漏洩やプライバシー、不法な情報アクセスなどセキュリティに関する検証法、事故や個人の誤

りによっても電子社会全体が機能不全を起こさないための耐事故耐故障性に関する検証法などを研究する。

▪ 電子社会のための検証方式グループ

電子社会の仕様が安心性要件を満たすこと、オブジェクト技術でモデル化された電子社会のモデルが仕様を満たすことの検証を、定理証明システムやモデル検査システムを用いて実行する方式やツールについて研究する。電子社会のモデル記述をシミュレートし、それによって論理誤りの検出や、モデル化の適切さの検査を行う方式を研究する。

▪ 電子社会のモデル化と進化グループ

モデル駆動アーキテクチャ、オブジェクト制約言語などのオブジェクト技術や、フィッチャー指向開発法、オントロジー工学などの技術を用いて電子社会の進化可能モデリングを行い、電子社会の進化方式を研究する。

▪ 電子社会の検証進化の実践グループ

大学法人組織や地方自治体の行政システムに関して、法令や制度に着目して、仕様記述、モデリング、仕様検証などを行って、上記研究の評価を行い、それぞれの研究にフィードバックを行う。

海外研究機関との連携

スイス連邦工科大学ローザンヌ校（スイス）、AT&Tシャノン研究所（米国）、ミラノ工科大学（イタリア）、NICTA（オーストラリア）などの海外研究機関と連携し、研究の国際化を行うことにより、世界最高水準の拠点を形成する。

実施計画

- 電子社会検証進化研究センターの設立
- 博士後期課程学生研究員を雇用（毎年度）
- 国際シンポジウムを開催（毎年度）
- 各研究グループは前述の研究を行う。
- 電子自治体への応用事例とともに成果を公開する。
- 海外研究機関と共同研究を行う（スイス連邦工科大学と電子社会の耐事故耐故障技術、AT&Tシャノン研究所とネットワーク組織シミュレーション、ミラノ工科大学とオブジェクト進化 等）。
- 成果を書籍として出版する。

8. 教育実施計画

本計画は、「大学院教育を通じての高級技術者・研究者の育成は、検証進化可能電子社会を実現するために不可欠である」という認識に基づき、以下の考えに沿って博士課程学生の養成を行う。

▪ 本学における18年の大学院教育の蓄積に基づく先進的教育計画

本学情報科学研究科は、平成2年の開学以来、我が国で初めての講義を中心とした体系的な大学院教育の確立に積極的に取り組んできた。特に、本拠点計画の基礎となるソフトウェア科学技術の教育については、基礎研究の成果を生かした先端応用システムの開発ができる人材の育成を戦略的な目標と定め、その実現を目指して継続的な活動を行っている。

本計画は、こうした蓄積に基づき、以下の具体的方策により、検証進化可能電子社会を支える高級技術者・研究者の組織的な育成を目指す。

▪ 先端情報システム開発プロジェクトへの参加による実践的な開発技術の涵養

現在の我が国の大学院教育では、論文発表による学問的成果を過大に評価する傾向がある。この制度は大学の教員などのアカデミックスタッフの養成に適してはいるが、本拠点が目指す、検証進化可能電子社会の構築と維持を行いうる総合的な能力を持った人材の教育計画としては不十分である。

本教育計画では、「体系的な先端講義カリキュラムによる基本原理・技術の教育の徹底」と並ぶ教育の柱として、「実用化を意図する先端的情報システムの開発プロジェクトへの参加」を重要な教育項目として導入し、先端情報システム開発の能力を涵養する。このプロジェクト教育により、学生は、実践的開発技術、コミュニケーション能力、プロジェクト遂行能力等を、実践を通じて習得する。

▪ 体系的な先端講義カリキュラムによる基本原理・技術の教育の徹底

本学情報科学研究科は、既に、9の導入講義、18の基幹講義、21の専門講義、12の先端講義の計60の講義を開講し、講義を中心とした体系的な大学院教育を行っているが、検証進化

可能電子社会とそのための情報システムを的確に構築、維持、管理できる技術者・研究者の育成のために、

電子社会論、

先進オブジェクトモデリング、

情報セキュリティ論

などの先端講義を開講し、必要な基本原理・技術の教育を徹底する。

▪ システム開発能力の評価体制と博士号の授与

先端的情報システム技術者の要請を目指した現状の我が国の大学院制度の最大の問題は、実践的開発技術、コミュニケーション能力、プロジェクト遂行能力等の実際のシステム開発で決定的に重要な能力の教育と評価が正当になされていないことである。

プロジェクトへの参加を通じて学生が産み出す電子社会システム構築上の斬新なアイデアや技法、さらにそれらを生かした実際のシステムの設計と開発は、従来の博士課程における学問的な研究成果と同等の独創性と重要性をもつものと考え、これらの成果を厳格かつ正当に評価する体制を、大学院の教育システムとして整備し、卓越した成果に対して博士の学位を与える制度を確立する。

このような学位授与の体制は旧来の日本の大学の枠組みでは実現困難であり、そうした体制が存在しなかったことが、我が国が最先端ソフトウェアの研究開発で米国などに比べ大きく遅れをとっている原因の一つと考えられる。本計画で行う教育・研究・開発が一体となった教育体制は、日本における最先端システム開発体制の確立に大きく貢献する。

人材養成のための支援

上記の考えを以下の施策により支援する。

▪ Graduate Research Program (GRP)

博士後期課程学生を研究プロジェクトの研究員として雇用し、人材養成を行う。

▪ 若手研究者の海外出張の支援

一流国際会議で発表するための出張、海外機関での滞在研究などを支援する。

▪ 若手研究者の研究発表会

GRP学生やポストドクを対象に毎年研究進捗の発表会を行う。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

安心して生活できる電子社会を情報科学によって実現するための新しい学問分野を開拓することを目的に、安心性要件の論理検証方法論、電子社会情報システムの構造や機能の形式表現方法論、安心な電子社会情報システムの基盤技術に関して研究成果を上げるとともに、それらに関する講義科目の整理・新設、コースの開設などによる教育を行い、計画の倍以上の博士を養成した。特に、電子社会情報システムの実現などを系統的に行う方法論を対象とする法令工学を世界で初めて提唱し、富山県条例の整合性検証、国民年金法の構造的書き換えなど法令工学の有用性を示す成果を上げた。

上述の研究教育を支援するために安心電子社会研究センターを設立し、マサチューセッツ大学、デンマーク工科大学、AT&T、東京工業大学、産業技術研究所、NTTデータなどの内外の電子社会研究組織と連携して共同研究を行うとともに、シンポジウム・国際会議、ワークショップ、セミナーを多数開催した。

研究成果の普及や広報活動として、特に、21世紀COEモノグラフシリーズを企画し、「法令工学の提案」など5編を発刊し、特に新学問分野の広報に努めた。

以上から、設定された目的は十分に達成されたと判断する。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与教育プログラム

形式検証技術と安心基盤技術に関して、情報科学研究科の講義科目の整理・新設を行い、「高信頼インターネットソフトウェア開発検証」、「高信頼高速ネットワーク」、「高信頼インターネットソフトウェアアプリケーション」の3コースを開設した。

社会組織に関し、NTTデータ連携講座の新設による「電子社会システム論」、デンマーク工科大学との連携による「形式的電子社会ドメイン開発」などの新講義科目による教育を行った。

以上、安心電子社会に向けた技術に関する教育プログラムを整備して人材養成を行い、拠

点形成に寄与したと判断する。

人材養成

21世紀COEプログラムの申請書に記した博士30名を超える博士73名を養成した。本プログラムの事業担当者は主に情報科学研究科の教員であるが、本プログラムの期間、前記73名を含め、情報科学研究科の博士号授与者は105名であった。事業推進担当者による教育により、安心電子社会形成に向けた技術を研究開発できる人材を計画以上に養成した。

以上は拠点形成に寄与したと判断する。

若手研究者の育成・支援

ポストドク13名を採用し、博士後期課程学生42名を研究員として雇用し育成・支援した。

学長による教員採用枠による若手研究者2名を採用し、有望な若手研究者を育成・支援した。

これらの若手研究者の育成・支援による研究は本拠点の研究成果につながり、ポストドクや博士後期課程学生の研究員、若手研究者の雇用は拠点形成に寄与したと判断する。

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

安心性要件の論理検証方法論、電子社会システムの構造や機能の形式表現方法論、電子社会システムの進化方法論などに関する研究を行い、主に以下の成果を得て、拠点を形成したと判断する。

法令工学の提案

安心性要件の論理検証方法論について、片山は、法令を電子社会システムの仕様としてみる考えを展開し、法令の整合性や完全性の検証、法令に基づく電子社会情報システムの実現などを系統的に行う方法論を対象とする法令工学を世界で初めて提唱した。島津のグループが法令文の言語解析法、東条のグループが矛盾検出方式、二木のグループが法令対象ドメインの形式記述と検証、落水のグループが進化・説明機構などの研究を行った。具体的には、国民年金法、富山県条例などの言語・論理分析、論理式変換のプロトタイプシステム、学習による論理式変換方式、国民年金法の構造的書き換え、矛盾検出基本アルゴリズム、デジタル著作権などのドメインの形式記述、説明機能と進化容易性のあるソフトウェアアーキテクチャなどの

成果を得た。

形式検証技術

情報システムの構造や機能の形式表現に関しては、電子社会情報システムがその仕様を満たすことを、定理証明などの数学的推論技術を用いて検証する技術を研究し、二木のグループが代数的仕様記述言語CafeOBJによる電子商取引プロトコルなどの安全性の検証、片山のグループが定理証明技術によるファイアウォールの検証などの成果を得た。CafeOBJは二木を中心とした国際グループで開発され、形式方法論の国際コミュニティで高い評価を受けている。これらの研究の基礎となる形式推論について、小野は形式論理における証明過程の代数的特徴づけの成果を上げた。小野は形式推論や論理学関連の国際会議で多数の招待講演をするなど高く評価されている。

安心基盤技術

安心な電子社会情報システムの構築や管理を行う技術として、ネットワークシミュレータやセキュリティコア技術などの研究を行い、篠田のグループは、インターネットシミュレータStarBEDによる情報ネットワーク安心性検証技術を確立した。StarBEDは世界最大規模インターネットシミュレータで、検証対象システムが組込める実践的実証環境としては世界最大規模である。このシミュレータを用い多数の企業が製品の実証テストを行って商品を市場に出している。宮地はデジタル署名など複数のISO国際規格の発行に貢献し、セキュリティに関する成果でドコモ賞を受賞した。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

安心な電子社会を構築する技術を法令工学、安心性検証法、安心基盤構築・検証の3つの面から捉え、それぞれの研究グループ内およびグループ間において、研究セミナーや研究打ち合わせなどで連携して研究を行った。例えば、法令工学については、研究方向、システムのフレームワークなどの理解を事業推進担当者が共有して研究した。安心性検証法については、同様の方法を電子社会の形式仕様および法令ドメインの形式記述・検証法に適用する研究を行った。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

情報科学研究科を今後の目指すべき新たな方向に導き、形式検証技術、インターネットシミュレータなど、国際的に優れた特色のある研究を内外に示すとともに、法令工学という新しい学問分野を内外に示すことにより、存在感を示し、大学の浮揚に貢献したと判断する。

本プログラムの教育プログラムを通して、21世紀COEプログラムの申請書に記した博士30名を超える博士73名を養成したが、その内の40名は留学生である。多くの優秀な学生が海外から本学に学びにきて博士号を取得したこと、留学生は、修了後、日本の研究機関や本国の大学教員となっていることから、国際レベルの教育研究が行えたと言え、この点においても、国際競争力のある大学づくりへ貢献したと判断する。

6) 国内外に向けた情報発信

本拠点の活動は主にHP（日本語および英語）<http://www.jaist.ac.jp/jaist-coe/index-jp.html>により発信した。

シンポジウム・国際会議、ワークショップ、セミナーなどを開催し、研究課題に関する議論を深めるとともに、本拠点の成果を発信した。これらは、そのつど、関連するメーリングリスト、ポスター、関係者への郵便などにより案内した。シンポジウム、ワークショップなどの際に、海外の連携研究者を招き、本拠点の活動を理解していただくことに努めた。

アドバイザー

外部の有識者を5名をアドバイザーとして依頼し、シンポジウムなどに招いて研究成果をみていただき、アドバイザー委員会を開催し意見をいただくとともに、本拠点を理解していただくことに努めた。

シンポジウム・国際会議

JAIST21世紀COEシンポジウムを東京や本学において毎年度開催し、研究成果と進捗を報告し、内外の批判を仰いだ。3回について、海外の連携先などの研究者の講演を加え国際会議として情報を発信した。1回については東京において開催し、行政関係者も含め多数の参加者を集めた。最終年は、大学主催のフォーラムとして、成果を報告した。これらのシンポジウムを含め、プログラム期間中、9件を開催した。

ワークショップ

安心社会に向けた形式検証技術、ソフトウェア工学などに関するワークショップを主催するほか、法令工学に関するワークショップを事業推進担当が企画し、学会主催でシリーズ化した。これらワークショップを含め、計20件を開催した。

セミナー

形式検証技術、ドメイン工学、形式推論、モデル検査、アカウントビリティ機構、情報セキュリティ、ネットワーク技術などのセミナーを多数開催した。

COEモノグラフシリーズ

研究成果の発信を目的に、特に、法令工学という新学問分野の普及のために、COEモノグラフシリーズを企画し、大学出版局より発刊した。21世紀COEプログラムの期間内に、「法令工学の提案」、「オブジェクト指向理論によるファイアウォールサーバの検証」、「オントロジーを用いた法的知識からの不整合の検出」、「DOMAIN ENGINEERING: Technology Management, Research and Engineering」、「国民年金法の構造的書き換え-法令工学の立場から-」など5編を刊行した。

7) 拠点形成費等補助金の使途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

拠点の形成に向けて、以下のように拠点形成費等補助金を使用した。

- 特任教員，ポストドク研究員，博士後期課程学生研究員の雇用
- 特任教員，研究員用のPCなどの備品
- 事業担当者，特任教員，研究員等が国際会議などへ出席
- シンポジウム等の会議の開催
- 法令工学の実証に向けた言語処理システムや法令矛盾検出システムの辞書やオントロジーなどの作成作業の委託
- COEモノグラフシリーズの出版費

②今後の展望

今後、複雑化し変化の大きい社会において、情報科学を法令に適用する期待は大きい。現在、法令や規則の作成・変更のために関連する多数の法令との整合性を保つために法務担当者は多大な努力を払っているが、基本的に人力に頼っており、情報科学が貢献できることは大きい。

作業が容易になることにより、複雑で変化の激しい今日の社会において、新制度やサービスの実現がタイムリーに行えるようになり、透明性も向上する。企業などにおいてコンプライアンスが問題になっているが、法令の変化に即して、企業の活動や規則が法令を反映しているかの検証に情報科学は大きく貢献できるであろう。

本拠点は、今後、安心電子社会教育研究センターを中心に情報科学研究科と協力して、上記のような面に活動を広げていく予定であるが、このような本拠点の研究教育は、安心な社会の実現のために、社会分野へ数理工学的手法を適用する新展開の一段階として位置づけている。

社会は、政府レベルから民間レベルまで、医療、教育、金融、年金、徴税、司法、通信、国防、電力、ガス、交通、廃棄などについて、さまざまな社会制度やサービスがあり、人々はそれらに支えられて生活している。制度やサービスは社会の状況や変化に応じて計画・設計され、また変更される。安心な社会の実現には、制度やサービスの科学的な設計は極めて重要であり、それらが整合性のある完全性の高い法令や規則として記述されなければならない。そのためには、計算機による支援機構に加え、これらの業務に科学的視点をもって取り組める人材が望まれる。そのためには、これらの分野に対しても欧米先進国のように博士号をもつ人材が望まれ、このような視点からの教育についても検討していく。

③その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

学内については、情報科学を社会面に発展させるという形で、本学において今後発展させるべき拠点として力点をおいている。

また、講義科目の整理・新設を行い、3コースを開設したが、これらは、現在、組込みシステムコース、高信頼組込みコース、先端ソフトウェアコースへと発展している。

学外については、法令工学という新分野を提案し、ワークショップや研究プロジェクトなど、法情報学の研究者と連携するようになった。

また、電子社会情報システムのモデル化、法令ドメインの記述などについて、海外の研究者と連携して法令工学を推進するようになった。

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	北陸先端科学技術大学院大学	拠点番号	K14
拠点のプログラム名称	検証進化可能電子社会—情報科学による安心な電子社会の実現—		
1. 研究活動実績 ①この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】 ・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕 ・本拠点形成計画の成果で、D P（ディスカッション・ペーパー）、W e b等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの ※著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻（号）、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入 波下線（<u> </u>）：拠点からコピーが提出されている論文 下線（<u> </u>）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生 K. Hiraishi. Deriving Discrete Behavior of Hybrid Systems under Incomplete Knowledge. IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E87-A, No.11, pp.2913-2918, 2004. 矢竹健朗, 青木利晃, 片山卓也. コラボレーションに基づくオブジェクト指向モデルの検証. コンピュータソフトウェア, Vol. 22, No. 1, pp. 58-76, 2005. <u>L. Xin</u>, M. Ogawa. A Lightweight Mutual Authentication based on Proxy Certificate Trust List. Computer Software, Vol.22, No.2, pp.85-89, 2005. T. Seino, K. Ogata, and K. Futatsugi. Mechanically Supporting Case Analysis for Verification of Distributed Systems. Journal of Pervasive Computing and Communications, Vol. 1, No. 2, pp.135-145, 2005. M. Ogawa, E.Horita and S. Ono. Proving Properties of Incremental Merkle Trees. 20th International Conference on Automated Deduction, LNAI 3632, pp.424-440, 2005. 片山卓也. 特集 21世紀卓越した情報研究拠点プログラムの目指す研究(後編): 検証進化可能電子社会. 情報処理学会会誌, 46巻5号, pp. 515-521, 2005. T. Katayama, T. Nakajima, T. Yuasa, T. Kishi, S. Nakajima, S. Oikawa, M. Yasugi, T. Aoki, M. Okazaki, and S. Umatani. Highly Reliable Embedded Software Development Using Advanced Software Technologies. IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E88-D, No.6, pp.1105-1116, 2005. Y. Sakabe, M. Soshi, and M. Miyaji. Java Obfuscation - Approaches to Construct Tamper-Resistant Object-Oriented Programs. IPSJ Trans. Vol. 46, No.8, pp.2107-2119, 2005. <u>J. Xiang</u>, K. Ogata, W. Kong and K. Futatsugi. From Fault Tree Analysis to Formal System Specification and Verification with OTS/CafeOBJ. Computer Software, Vol. 23, No. 3, pp. 134-146, 2006. N. Galatos and H. Ono. Algebraization, parametrized local deduction theorem and interpolation for substructural logics over FL. Studia Logica, Vol. 83, pp. 279-308, 2006. <u>X. Liang</u> and T. Asano. A Linear Time Algorithm for Binary Fingerprint Image Denoising Using Distance Transform. IEICE Trans. on E89-D, 4, pp. 1534-1542, 2006. <u>S. Hagiwara and S. Tojo. Discordance Detection in Regional Ordinance: Ontology-based Validation. Proc. of JURIX 2006, pp. 111-120, 2006.</u> 落水浩一郎. ソフトウェア開発管理と開発方法論の融合について. SEAMAIL, Vol. 14, No. 9-10, pp. 32-59, 2006. A. Miyaji and Y. Takano. Evaluation of the security of RC6 against the x2-attack, IEICE Trans., Fundamentals. Vol. E90-A, No.1, pp.22-28, 2007. <u>W. Kong</u>, K. Ogata and K. Futatsugi. Specification and Verification of Workflows with RBAC Mechanism and SoD Constraints. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, 17(1), pp.3-32, World Scientific, 2007. <u>N. N. Tun</u> and S. Tojo. EnOntoModel: A Semantically-enriched Model for Ontologies. International Journal of Intelligent Information Technologies, vol.4, issue 1, pp.1-44, 2007. <u>K. Ogata and K. Futatsugi. Modeling and verification of real-time systems based on equations. Science of Computer Programming, 66(2), pp.162-180, Elsevier, 2007.</u> R. Yared, X. Défago, J. Iguchi-Cartigny and M. Wiesmann. Collision prevention platform for a dynamic group of asynchronous cooperative mobile robots. Journal of Networks, 2(4), pp.28-39, 2007. 宮地利幸, 三輪信介, 知念賢一, 篠田陽一. ネットワーク実験支援ソフトウェアの汎用アーキテクチャの提案. 情報処理学会論文誌, 第48巻, 第4号, pp. 1695-1709, 2007. X. Liang, A. Bishunu and T. Asano. A Robust Fingerprint Indexing Scheme Using Minutia Neighborhood Structure and Low-order Delaunay Triangles. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol. 2, No. 4, pp.721-733, 2007. X. Liang, A. Bishunu and T. Asano. Combinatorial Approach to Fingerprint Binarization and Minutiae Extraction Using Euclidean Distance Transform. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, vol. 27, no. 7, pp.1141-1158, 2007. A. Miyaji. Ancestor Excludable Hierarchical ID-based Encryption and Its Application to Broadcast Encryption. IPSJ Trans, vol. 48, No.9, pp.2999-3013, 2007.			

- 片山卓也(編). 法令工学の提案. COE Research Monograph Series, Vol. 2, JAIST Press, 2007.
- G. Li, M. Ogawa, On-the-fly Model Checking of Security Protocols and Its Implementation. IPSJ Transactions on Programming, Vol.48, No. SIG 10(PRO33), pp.50-75, 2007.
- W. Lu, M. Ikeda, K. Ochimizu. A Conceptual Model Makes Curriculum Evolution in Higher Education Smooth. Proc. of International Conf. on Computers in Education 2007, pp.89-96, 2007.
- 兼岩憲, 東条敏. 法的推論のための論理型イベント言語. 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 12, pp. 3996-4011, 2007.
- W. Lu and M. Ikeda. Constructing a Domain Ontology for International Copyright Knowledge Management. Proc. of the 2nd International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems, pp.1-8, 2007.
- 宮地利幸, 中田潤也, 知念賢一, Razvan BEURAN, 三輪信介, 岡田崇, 三角真, 宇多仁, 芳炭将, 丹康雄, 中川晋一, 篠田陽一. StarBED:大規模ネットワーク実験環境. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 1, pp. 57-70, 2008.
- H. Kihara and H. Ono. Algebraic characterizations of variable separation properties. Reports on Mathematical Logic, 43, pp.43-63, 2008.
- 片山卓也, 島津明, 東条敏, 二木厚吉, 落水浩一郎. 電子社会と法令工学. 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 4, pp. 529-536, 2008.
- K. Inoue, M. Kaneko, T. Iwagaki. Novel Register Sharing in Datapath for Structural Robustness against Delay Variation, IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E91-A, No. 4, pp.1044-1053, 2008.
- K. Kobayashi and K. Hiraishi. Graph-Switching Based Modeling of Mode Transition Constraints for Model Predictive Control of Hybrid Systems. SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, Vol. 1, No. 5, pp. 376-382, 2008.
- A. Miyaji. Generalized Scalar Multiplication Secure against SPA, DPA, and RPA. IEICE Trans. Fundamentals, vol. E91-A, No.10, pp.2833-2842, 2008.
- R. Hayasaka, K. Ochimizu. A Proposal for Software Accountability of Law Enforcing Information Systems. Proc. of the 2nd Workshop on Accountability and Traceability in Global Software Engineering, pp.35-36, 2008.
- K. Ogata and K. Futatsugi. Proof Score Approach to Verification of Liveness Properties. IEICE Trans. on Information and Systems, E91-D(12), pp.2804-2817 2008.
- K. Hiraishi. Performance Evaluation of Workflows Using Continuous Petri Nets with Interval Firing Speeds. IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.E91-A, No.11, pp.3219-3228, 2008.
- N. Xiong, L. T. Yang, Y. Yang, X. Defago, Y. He. A novel numerical algorithm based on self-tuning controller to support TCP flows. Mathematics and Computers in Simulation 79(4), pp.1178-1188, 2008.
- X. Defago, S. Souissi. Non-uniform circle formation algorithm for oblivious mobile robots with convergence toward uniformity. Theor. Comput. Sci. 396(1-3), pp.97-112, 2008.
- 小谷正行, 落水浩一郎. UML記述の変更波及解析に利用可能な依存関係の自動生成法. 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 7, pp. 2265-2291, 2008.
- M. Shirase, D. Han, Y. Hibino, H. Kim and T. Yakagi. A More Compact Representation of XTR," Cryptosystem. IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.E91-A(10), pp.2843-2850, 2008.
- M. Nakamura, S. Nobuoka, and A. Shimazu. Towards Translation of Legal Sentences into Logical Forms, New Frontiers in Artificial Intelligence: JSAI2007 Conference and Workshops Revised Selected Papers, Satoh, K., Inokuchi, A., Nagao, K., and Kawamura, T. (Eds), LNAI, Vol.4914, Springer-Verlag, 2008.
- M. Nakamura, Y. Kimura, M. Q. N. Pham, M. Nguyen and A. Shimazu. Treatment of Legal Sentences Including Itemization Written in Japanese, English and Vietnamese. Proc. of the 2008 Empirical Methods for Asian Language Processing Workshop, pp.102-113, 2008.
- S. Zrelli, Atsuko Miyaji, Y. Shinoda and T. Ernst. Security and Access Control for Vehicular Communications. Proc. of IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, pp.561-566, 2008.
- Y. Kimura, M. Nakamura, and A. Shimazu. Treatment of Legal Sentences Including Itemized and Referential Expressions - Towards Translation into Logical Forms -. New Frontiers in Artificial Intelligence: JSAI2008 Conference and Workshops, Revised Selected Papers, LNAI, Vol. 5447, pp.242-253, 2008.
- 東条敏, 萩原信吾. オントロジーを用いた法的知識からの不整合の検出. COE research monograph, Vol. 3, JAIST Press, 2008.
- M. Misumi, S. Nakagawa, K. Chinen, Y. Shinoda and K. Yamaoka. A Solution for Irregular IP Multicast Packet Flooding - For Heavy Traffic IP Multicast Communication -. IEICE Transactions on Communications, Vol.E92-B, No.1, pp.68-76, 2009.
- K. Hiraishi and P. Kucera. Application of DES Theory to Verification of Software Components. IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E92-A, No.2, pp.604-610, 2009.
- D. Bjorner. DOMAIN ENGINEERING, Technology Management, Research and Engineering. COE Research Monograph Series, Vol. 4, JAIST Press, 2009.
- K. Hiraishi. On Solvability of a Decentralized Supervisory Control Problem With Communication. IEEE Trans. Automatic Control, Vol.54, Issue3, pp. 468-480, 2009.
- 島津明. 国民年金法の構造的書き換え－法令工学の立場から－. COE Research Monograph Series, Vol. 5, JAIST Press, 2009.

②国際会議等の開催状況【公表】

（事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数（うち外国人参加者数）、主な招待講演者（3名程度））

- Japan-Switzerland Joint Seminar on Reliable and Efficient Internet Large-Scale Systems REILS 2004
2004年9月27－29日，金沢，読売会館・白鳥路ホテル・KKRホテル，118名（60名）
- IS COE Program: Verifiable and Evolvable e-Society－COE Workshop on Modal and Substructural Logics－
2004年10月18日，北陸先端科学技術大学院大学，32名（22名）
- IS COE Program: Verifiable and Evolvable e-Society－COE Workshop on Logic and Algebra－
2005年1月26日，北陸先端科学技術大学院大学，28名（18名）
- International Symposium on Communication and Software Technologies for Ubiquitous Computing
2005年3月8日，石川ハイテク交流センター，115名（41名），P. Abrahamsson (VTT Technical Research Centre, Finland), G. Cugola (Politecnico di Milano, Italy), Y. Tobe (Tokyo Denki University)
- JAIST 21世紀COEシンポジウム2005「検証進化可能電子社会」
2005年3月10日・11日，石川ハイテク交流センター，233名（81名），J. Slaney (NICTA, Australia), C. Ghezzi (Politecnico di Milano, Italy), R. Schlichting (AT&T Labs, USA)
- Binding Challenges－Formal reasoning about languages with binding: examples, problems, solutions－
2005年4月24 日・25日，北陸先端科学技術大学院大学，78名（57名）
- JAIST/TRUST - AIST/CVS joint workshop on VERIFICATION TEchnology (1st VERITE)”
2005年9月21日・22日，金沢文化ホール，59名（8名）
- Theorem Proving and Provers Meeting (1st TPP)
2005年11月28日・29日，北陸先端科学技術大学院大学，35名（9名）
- JAIST 21世紀COEシンポジウム2006「検証進化可能電子社会」
2006年3月8日・9日，北陸先端科学技術大学院大学，172名（78名）
- JAIST/TRUST - AIST/CVS joint workshop on VERIFICATION TEchnology (2nd VERITE)
2006年5月22日，システム検証研究センター千里オフィス，大阪，20名（3名）
- Japan-Vietnam Workshop on Software Engineering 2006 (JVSE'06)
2006年8月24日・25日，Institute of Information Technology, Hanoi , Vietnam, 98名（72名）
- JAIST/TRUST - AIST/CVS joint workshop on VERIFICATION TEchnology (3rd VERITE)
2006年11月27日・28日，北陸先端科学技術大学院大学，42名（10名）
- JAIST/TRUST - AIST/CVS joint workshop on VERIFICATION TEchnology (4th VERITE)
2007年3月6日・7日，北陸先端科学技術大学院大学，42名（10名）
- JAIST 21世紀COEシンポジウム2007「検証進化可能電子社会」
2007年3月7日・8日，北陸先端科学技術大学院大学，143名（65名）
- First International Workshop on Juris-informatics (JURISIN 2007)
2007年6月19日，World Conference Center Summit, Miyazaki, 38名（5名）
- Japan-Vietnam Workshop on Software Engineering 2007 (JVSE'07)
2007年9月26日・27日，Hanoi, Vietnam, 82名（65名）
- JAIST/TRUST - AIST/CVS joint workshop on VERIFICATION TEchnology (5th VERITE)
2008 年3月3日，北陸先端科学技術大学院大学，32名（8名）
- JAIST 21世紀COEシンポジウム2008「検証進化可能電子社会」
2008年3月3日・4日，北陸先端科学技術大学院大学，85名（38名）
- SJTU/JAIST COE joint workshop on formal method
2008 年5月27日，上海交通大学，28名（24名）
- 1st Mini-Workshop on Rewriting Techniques
2008年8月1日，北陸先端科学技術大学院大学，35名（7名）
- JAISTフォーラム2008－21世紀COEプログラム「検証進化可能電子社会」－
2008年11月14日，石川ハイテク交流センター，122名（36名），L. J. Osterweil (University of Massachusetts Amherst, USA), D. Bjørner (Techn.Univ. of Graz, Austria), R. D. Schlichting (AT&T Labs, USA)
- ミニワークショップ：E-Governance
2008年12月18日，北陸先端科学技術大学院大学，28名（15名）
- COE ワークショップ：CafeOBJ/Maude
2009 年2月25日，北陸先端科学技術大学院大学，35名（8名）
- JAIST/TRUST - AIST/CVS joint workshop on VERIFICATION TEchnology (6th VERITE)
2009 年3月12日・13日，キャンパスイノベーションセンター，東京，51名（15名）

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

（１）体系的な先端講義カリキュラムによる基本原理・技術の教育

拠点の教育研究分野を特任教員により補強するとともに、形式検証技術と安心基盤技術とに関して、講義科目の整理・新設を行い、情報科学研究科の導入講義，基幹講義，専門講義，先端講義からなる体系的カリキュラムの中に「高信頼インターネットソフトウェア開発検証」などの３コースを開設し教育を行った。社会組織面に関しては、NTTデータ連携講座の新設およびデンマーク工科大学との連携により、「電子社会システム論」および「形式的電子社会ドメイン開発」の講義を新設し教育を行った。これらのコースワークおよび下記のシステム開発プロジェクト参加による実践により、高信頼ソフトウェア構築，最先端インターネット技術，電子社会システムに関する博士後期課程修了レベルの専門知識を身に付けて先端情報システムの企画，設計，開発を行う能力を持つプロジェクトリーダーとなりうる人材の育成を目的とする教育を行う拠点を形成した。現在では，専任教員を補強して，情報セキュリティ，組込みシステム，先端ソフトウェア工学などのコースも作られ，電子社会システムを支える幅の広い教育に発展している。

（２）若手研究者の研究員雇用による人材養成

本拠点の先端研究開発に博士後期課程学生を研究者として雇用し，若手研究者人材の養成を行った。具体的には，情報科学研究科の Graduate Research Program (GRP) 制度により優秀な学生を選抜して雇用し，プロジェクトにおける実践を通じて人材養成を行った。GRP による選抜は，修士の成績，英語能力，修士論文，教員による面接，修士指導教員等の推薦などに基づく。この制度により42名を研究員として雇用し人材養成を行った。なお，本COEプログラムの期間，事業推進担当者が養成した博士は73名である。博士号を得た若手研究者については，13名をポストドクとして雇用し，先端研究開発プロジェクトへの参加を通じて人材育成を行った。このような取り組みにより若手研究者の支援体制をもつ拠点を形成した。

（３）先端情報システム開発プロジェクトへの参加とシステム開発能力の評価

法令工学，形式検証技術，安心基盤技術などに関する先端情報システム研究開発プロジェクト（法令の論理矛盾の検出システム，履修管理システムのアカウンタビリティ機構，ファイアウォール検証，内部統制ドメインなどのCafeOBJによる形式記述と検証，インターネットシミュレータOS，公開鍵暗号ハードウェア等）へ博士後期課程学生を参加させて実践的な開発技術を学ばせた。これらの実践によるシステム開発能力も含めた評価を行って学位授与を行い，教育・研究・開発が一体となった拠点を形成した。

（４）海外一流研究者の研究開発プロジェクトへの参加による実践的開発技術の涵養

前記のプロジェクト参加による実践教育の一環として，海外一流研究者の研究開発プロジェクトにも学生を参加させ，実践的な開発技術および国際コミュニケーションを学ばせた。具体的には，ソフトウェア工学の第一人者であるマサチューセッツ工科大学計算機科学部のオスターワイル教授のもとに博士後期課程学生1名が2006年6月から3ヶ月間滞在し，同研究所のプロセス記述言語を用い，ソフトウェア進化過程を記述し実験した。また，ソフトウェア工学の第一人者であるデンマーク工科大学ビヨナー教授を2006年度に本学に1年間招聘し，形式検証技術および法令工学に関する共同研究を行ったが，この中で，ドメイン工学のセミナーを隔週で行い，2名の博士後期課程学生が同教授のもとで，ドメイン工学とドメイン形式記述の事例研究，内部統制の形式ドメイン記述と分析などを行い，実践的技術を学んだ。

（５）若手研究者の研究発表会

教育・研究・開発が一体となった教育体制の一環として，毎年，GRP の学生とポストドクに研究の進捗を発表させて評価を行うとともに，研究にフィードバックさせ，学位論文につなげさせた。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成された

(コメント)

拠点形成全体については、安心して生活できる電子社会を情報科学によって実現するため、新しい学問分野を開拓することを目標に研究活動を行い、安心性要件の法令工学、形式検証技術、安心な電子社会情報システムの基盤技術を確立し、教育プログラムを充実させ、本プログラムを精力的に推進されたことは高く評価できる。

人材育成面については、若手研究者を育成するための新コースの設置や、ワークショップを開催するなどの努力を行い、博士号取得者を73名輩出し、当初の目標は達成したと評価できる。

研究活動面については、法令工学の検証課題やネットワーク基盤課題において、世界レベルの新しい研究成果をあげ、広い意味の情報科学の研究に進展を与えた。特に、法令工学という新しい分野へ挑戦し、富山県の条例や国民年金法等の具体的な事例へ適用し、実証されたことは、今後の情報科学の新分野を開くことが期待でき、高く評価できる。しかしながら、法令工学は新しい分野であることから、本事業期間中に、学問分野として十分に開拓し、確立した状況には至っておらず、今後継続的に研究し、発展することが期待される。

補助事業終了後の持続的展開については、安心電子社会教育研究センターを中心として法令関連や電子社会の全体の将来像を研究し、実践の場においても有用であり、安心な電子社会が実現できる情報基盤技術の先端研究の拠点となることが期待される。