

グリーン社会 ICT ライフインフラ

実施予定期間：平成22年度～平成26年度
総括責任者：清家 篤（慶應義塾大学大学長）
課題代表者：金子 郁容（慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科教授）

I. 概要

緩和策だけでは対応できない気候変動の悪影響に備える適応策が重要との認識が高まってきた。本課題では、二つの自治体において、センサネットワークやエネルギーマネジメントシステム等を活用した「グリーン社会 ICT ライフインフラ」を開発し、施設や家庭のエネルギー消費を最適化すると共に、健康・医療や農業等についての気候変動に対する地域の脆弱性に対応する適応策を策定し、その効果を実証する。過疎・高齢化で典型的なこれらの自治体で有効な適応策を見出すことで、他地域にも普及するプロトタイプを構築する。本課題では、ソーシャルキャピタルを高めることで resilient なコミュニティの形成を目指す。その他、適切な規制緩和等の社会システム改革が実現するならば、本課題の成果が全国に普及し、大きな緩和効果をもたらされるであろう。

1. 課題の目的・内容・目標

今後予測される気候変動による悪影響に対処するにあたって、最善の緩和策を講じたとしても、なお相当の影響が不可避であり、それに備える適応 (adaptation) 策が重要との認識が近年高まってきた。しかし、気候変動の影響は地域毎に異なるため、気象情報のモニタリングやダウンスケールした気候変動予測とその影響等を踏まえた脆弱性 (vulnerability) 分析を行い、地域特性に合わせた適応策を生活分野毎の社会資本整備やその他の施策に組み入れ、効果的に地域政策に組み込んでいく必要がある。そのような観点からの、持続可能で低炭素、かつ気候変動の影響への復元力のある (resilient) 社会の構築が世界的に課題となっている。

本課題の目的は、宮城県栗原市を主フィールドとし、東京都奥多摩町を比較対象のためのフィールドとして、気候変動による地域への影響と家庭のエネルギー消費の予測を踏まえて、健康・医療や農業等、ニーズが高い生活分野での地域の脆弱性に注目し、適応策を作成し、効果を実証実験によって測定し評価することである。情報モニタリングと最適化マネジメントを行うための情報基盤である「グリーン社会 ICT ライフインフラ」を開発し、地域特性や資源の制約下での自治体としての最適な適応策をとることで、また、ソーシャルキャピタルを高めることで、気候変動の悪影響に対する resilient な社会構成を実現する。

フィールドとなる二つの自治体は、高齢化が進行する過疎地で、日本の地方の典型である。これらの地域で有効な適応策を見出すことで、他の多くの地域に普及可能となる。二つの地域は、緯度、大都市圏との距離、自然資源等で異なる特性を有する。気候変動による異なる脆弱性を有する一方で、その影響が他地域と比べて相対的に優位に働く要素も見出される。厳しい状況の中にも、この優位性を活かした「明るい未来」への道を開くには、関連情報を包括的に管理する社会インフラの構築が必要不可欠である。幾つかの社会制度の隘路を解消する社会システム改革がなされれば、本課題で提案する適応方策を全国に普及させるこ

とが可能となり、結果として、大きな緩和効果が期待できる。

2. 実施計画について

第一期 (H22 年度)：①脆弱性分析：住民の生活や健康の調査、過去の気象と社会生活の関連の調査、メッシュデータで気候変動の自治体への影響予測等を踏まえて、脆弱性の予備評価を行う。②ICT ライフインフラ／③エネルギーマネジメントシステム：地域のエネルギー消費特性を調査し、保安や変動抑制、短期・中期の周期・需給バランスを考慮したパラメータの取得等、第一次基盤モデルの構築。④健康・医療：ベースライン調査と予備実験。⑤農業：モデル農場にセンサを設置し作物状態の予備的計測。⑥災害対応：衛星通信、エリアワンセグ放送からなる第一次システムの開発。⑦ソーシャルキャピタル醸成：行政・民間共同体制の検討。⑧システム改革：規制緩和策の精査と提案。第二期 (H23-24 年度)：①：気象データのモニタリング、及び、5km メッシュデータで気候変動の自治体への影響を推測し、脆弱性分析を行う。②③：第一期実証実験の結果を踏まえて、健康・医療や農業の要求事項を含めた ICT ライフインフラのアーキテクチャの再構築による第二次モデル構築。④：センサシステムとテレビ会議システムの統合と気候変動の脆弱性モデル作成。⑤：気候の変化が与える影響測定と対応策の作成。⑥：インフラ設備を必要としない地域内通信システムの開発。⑦：ソーシャルキャピタルを高める政策立案と実験実施。⑧：規制緩和の効果シミュレーション。

第三期 (H25-26 年度)：②③：地域毎に得られた基盤モデルを統合する総括システムと、システム間インタフェースを持つ第三次モデル構築。将来、問題となるエネルギー自由化を視野に入れ、国際的な戦略を加味した ICT ライフインフラの全国展開のモデルを検討。④⑤：日常的なデータから気候変動への適応策をシミュレーションによって策定。⑥：地域内通信システムを融合した第二次システムの開発と適応策の策定。⑦：自治体の適応計画の策定。⑧：社会システム改革が実現するという条件の下での、適応計画による緩和効果と経済的効果をシミュレーションで予測。

尚、本課題の主要フィールドである宮城県栗原市は平成20年の岩手宮城大震災で被災したのに続き、平成23年3月11日に発生した東日本大震災で、発生日に震度7、その後も余震が続くなど、大きな被害を受けた。そのために、H22年度に設置したエネルギーモニタリング機器が一部損壊したり、農業用センサの設置を予定していた農地が壊滅状態になり復旧困難になったりするなど、実証実験の計画に一部遅れが出ている。また、自治会等の地域組織が支援活動等に忙殺され、予定された地域調査の実施を一時中断せざるを得ないなどの影響が出ている。H23年度には、それらの状況を踏まえて、必要な調整をしながら、また、大きな自然災害が地域生活に与える影響の測定や対応策の検討を本課題の研究の一部として取入れつつ、予定を一部調整しながら研究を進めている。

3. 地域の特性と自治体の役割

栗原市は、高齢化率 31.5%という典型的な過疎地である。平成17年に10の町村が合併してできた経緯から、集落が点在しており、緊急時に集落が孤立する危険性がある。

実際に、平成 20 年夏に大地震が起こった時に、被災が集中した山間部の地区においては、情報通信が長時間遮断されて地区住民が情報的に完全に孤立するという事態が起こった。平野部の大部分が農地であるが、農業従事者の高齢化によって耕作地放棄による荒廃化が急速に進んでいる。健康については、例えば、脳卒中が多い（平成 17 年で標準化死亡比が全国平均で 100、栗原市で 130）等の課題がある。奥多摩町は、町の面積の 94% が森林で、山や谷が深く、水管理が重要課題である過疎地域である。高齢化率は 40% を超え、21 の自治会の内、5 つが限界集落である。住民の平均寿命が近隣自治体の中で最低水準であり、生活習慣病を持つ住民の割合は東京都の平均より 10% 上回っている。このように、両自治体共に健康・医療、自然環境、防災等についての脆弱性を抱えているが、その反面、地域特性によって気候変動の影響が他地域に比べて優位に働く可能性もある。

慶應義塾大学では、それぞれの自治体と研究連携についての包括的協定を結んでおり、過去数年間、栗原市とは主に電気駆動車の自動運転について、奥多摩町とは遠隔医療について共同プロジェクトを実施してきた。栗原市は、今回の共同研究を進めるために、気候変動を含む社会システムの変化に対応して、市民生活の更なる利便性向上を目的とした専門部署を設置する予定であり、奥多摩町は、木質バイオマスや小規模水力発電の利用を含めて CO₂ 排出の削減目標を設定し、市民の環境意識の向上を目指した気候変動適応の計画を策定しつつある。

4. 社会システムとの関連性と実施体制

本課題では、二種類の社会システム改革を進める。一つは、地域コミュニティのソーシャルキャピタルを高めるというボトムアップアプローチをとることである。地球温暖化への対策は、国による規制や税制等、トップダウンの方策のみでは不十分である。近年では、市民一人ひとりの意識やライフスタイルの変革が必要であるとの認識が広がっているが、一人でライフスタイルを変容させるのは容易でない。慶應義塾大学と奥多摩町が平成 20 年から共同で行っている遠隔医療実験では、遠隔医療セッションを受けることで住民たちが集まって健康情報を共有し、交流が盛んになることで、食事や運動等の顕著な行動変容がもたらされた。気候変動に対する適応策についても、市民レベルの日常の相互支援活動の積み重ねが、真の意味での resilient な新しい社会の形成の鍵であると考えている。一般に、情報共有、成果の可視化、自治体や商店街等の「ポイント制度」、ボランティアマッチング、市民団体による見守り活動等を ICT ライフインフラ情報基盤に結びつけることが有効であると予想される。政策や取り組み等のプランを策定し、実施する。

本課題が提案する適応策が全国に普及するためには、複数の所管省庁に跨った制度改革が実現することが必要である。グリーン問題は、分野横断的な技術や社会ニーズを融合する必要があるため、省庁の壁を越えて、統合的・迅速に対応する体制がとられることが期待される。本課題に直接関連する制度改革の例としては、(i) 電気料金徴収の「管区」の拡大・緩和によって高効率化を図る（一電気事業法）、(ii) 遠隔医療が可能な範囲を明確化し（一医師法）、診療報酬を改訂して経済的動機付けをすることで遠隔医療を普及させる、(iii) 無線 LAN 等、屋内や商業地域限定の機器の農地での使用を可能にすることで農業 ICT 化を促進する、(iv) 免許制度の緩和によって災害時の自治体からの情報提供をエリア限定ワンセグ放送で行えるようにするなどがある。本課題に関連した分野で、現実的な視点

からシステム改革提案を策定し、関係省庁との協議を進めると共に、「総合特区」への申請等、国が検討している施策との連携を検討する。

5. 実施期間終了時における具体的な目標

実証実験フィールドとなる自治体における気候変動の影響を、過去の気象データと生活への影響、現在の気象データのモニタリング、更に 5km メッシュデータから評価し、幾つかの生活分野について各自自治体の脆弱性を分析し評価する。情報モニタリングと最適化を行う「グリーン社会 ICT ライフインフラ」のプロトタイプを開発する。健康・医療、農業、災害時対応等の生活分野についての実証実験の結果を踏まえて、適応計画を自治体レベルで策定する。健康・医療については、100 人以上の高齢者を対象にしてバイタルデータ等を測定し、シミュレーションによって、気候変動に対する適応策の効果を実証する。ICT ライフインフラは、多様なデバイスによる異種情報の測定・通信・蓄積・分析を、共通化したインタフェースとアーキテクチャにより統一かつ効率的に実行するという新しい提案で、従来型の個別システムと比べて多重投資が防げ、地域全体としてより効果的な適応策が得られうることを示す。また、提案する制度改革が実現するならば、一定の緩和効果があることをシミュレーションによって示す。特区等の活用で、それを実現する社会システム改革の提案をする。更に、地域コミュニティのソーシャルキャピタルを高めることによって、個々人の行動変容が起こることを実証し、気候変動による影響に対して resilient な地域を形成するモデルを作成する。

6. 実施期間終了後の取組み

「グリーン社会 ICT ライフインフラ」を他の自治体に普及させ、一つの自治体での成果が迅速に他自治体で活用されるべく、自治体間の連携体制を作る。それによって、より広域での包括的で、より効果的な適応策が策定でき、緩和効果も生まれる。このようにして、実施期間終了後も本課題の実証実験で得られた適応方策や社会システム改革の定着や継続的な発展が可能になる。

7. 期待される波及効果

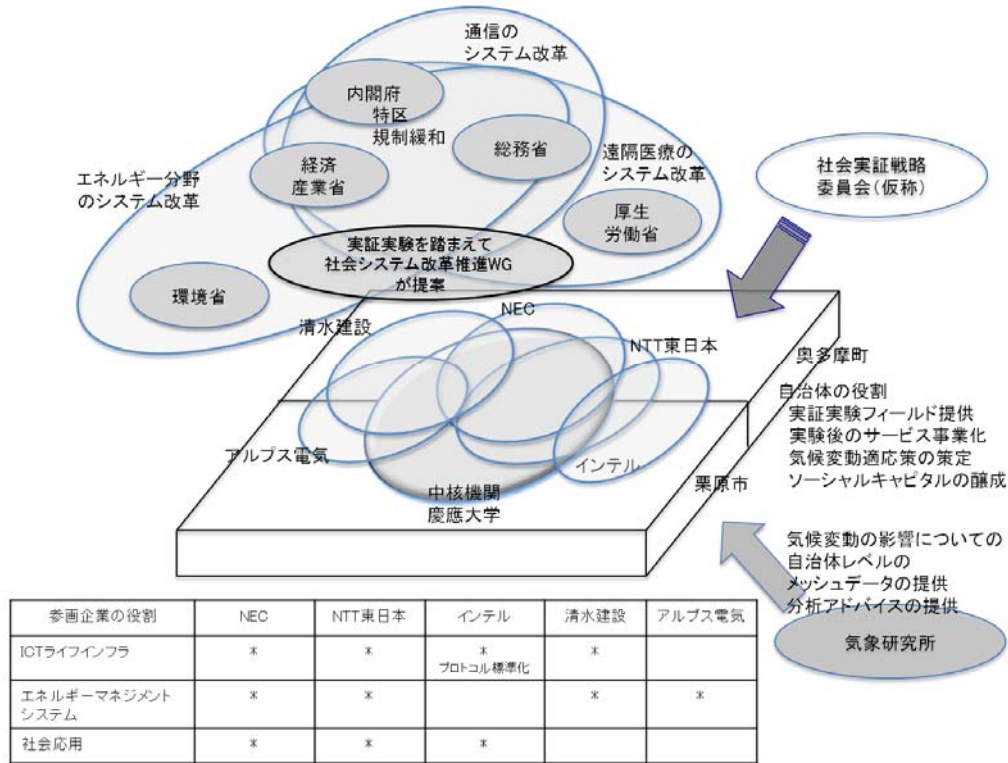
参画自治体で策定される適応計画によって、健康・医療や農業等の生活分野での脆弱性への対応が実現すると共に、気候変動による地域毎の優位性が発揮されることになる。本課題を遂行する過程で、幾つかの顕著な技術的・経済的な効果が発生する。実効性のあるマイクログリッドの基盤研究が確立され、規制に関わる適切な制度改革が実現されれば、大きな緩和効果が期待できる。通信機能付きセンサは、日本が世界的な優位性を有する戦略分野であり、本課題での実証実験を通じて世界標準作りが進むなど、世界をリードすることになる。本課題で提案するような遠隔医療システムが全国に普及すれば、限られた医療資源がより有効に活用され、また、国全体として医療費が大幅に削減されることが推測される。

8. 実施体制について

中核機関の慶應義塾大学は、数多くの世界的な研究実績があり、本課題実施を統括する。課題代表者が課題実施の責任を持つ。参画する自治体は、実証実験の場を提供し、首長のリーダーシップの下で地域を挙げて地域活性化に取り組んできた。参画企業は、本課題が関係する研究・実践分野で国内・世界をリードしてきた実績があり、それぞれの得意分野を担当する。本課題では、慶應義塾大学主導

研究センターに設置される研究拠点を本部として、外部からの諮問委員を含む運営委員会が設置される。「技術開発・社会改革推進チーム」メンバー全員が集まる研究調整

連絡会議を隔月に開催し、意見交換と意思統一を図る。本課題に参画する研究者は、本研究課題の多様な関連分野をカバーする研究・実践の実績を有する。



氏名	所属部局・職名	当該構想における役割
清家 篤	慶應義塾・大学長	総括責任者
◎金子 郁容	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科・教授	課題代表者
早見 均	慶應義塾大学商学部・教授	環境
○村井 純	慶應義塾大学環境情報学部・教授	EMS/ネットワーク/センサ
小川 克彦	慶應義塾大学環境情報学部・教授	EMS/ネットワーク/センサ
○西 宏章	慶應義塾大学理工学部・准教授	EMS/ネットワーク/センサ
○植原 啓介	慶應義塾大学環境情報学部・准教授	EMS/ネットワーク/センサ
浜中 裕徳	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科・特別研究教授(非常勤)	環境
渡辺 正孝	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科・特別研究教授(非常勤)	環境
梅田 智広	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科・特別研究助教(非常勤)	健康/医療
武林 亨	慶應義塾大学医学部・教授	健康/医療
秋山 美紀	慶應義塾大学総合政策学部・准教授	健康/医療
神成 淳司	慶應義塾大学環境情報学部・准教授	農業
佐藤 勇	宮城県栗原市・市長	実証実験
鈴木 学	宮城県栗原市・企画課課長補佐	実証実験
河村 文夫	東京都奥多摩町・町長	実証実験
竹井 淳	インテル(株)	通信と遠隔医療システムの標準化
石川 真澄	インテル(株)	通信と遠隔医療システムの標準化
田上 信介	インテル(株)	通信と遠隔医療システムの標準化
塩川 正二	日本電気(株)	通信システムとエネルギーシステムの技術開発と社会システム構築
田中 英俊	日本電気(株)	通信、環境エネルギー、センサネットワークシステムの技術開発と社会システム構築
杉山 史子	日本電気(株)	通信、環境エネルギー、センサネットワークシステムの技

		術開発と社会システム構築
井上 修吾	東日本電信電話(株)	通信システム技術開発と社会システム構築
小杉 章	東日本電信電話(株)	通信システム技術開発と社会システム構築
西村 拓矢	東日本電信電話(株)	通信システム技術開発と社会システム構築
傳田 篤	清水建設(株)	地域エネルギーシステムの技術開発
栃原 克彦	アルプス電気(株)	インフラ情報センシングの技術開発とシステム化技術開発
稲垣 一哉	アルプス電気(株)	インフラ情報センシングの技術開発とシステム化技術開発

9. 各年度の計画と実績

a. 平成 22 年度

- (1) 計画：①脆弱性分析については、過去の気象データと生活への影響調査、20km メッシュデータ等を利用した気候変動の自治体への影響予測等から脆弱性の予備的な評価を行う。②ライフインフラ／エネルギーマネジメントシステムについては、地域のエネルギー消費特性を調査し、保安や変動抑制、短期・中期の周期・需給バランスを考慮したパラメータの取得等、第一次基盤モデルを構築する。③健康・医療の実証実験では、脆弱性に関する基礎調査を行い、ライフインフラを利用した各種測定データを蓄積し、分析する予備実験を行う。④農業については、モデル農場にセンサを設置し、作物状態の予備的計測を行う。⑤災害対応については、衛星通信、エリアワンセグ放送からなる第一次システムの開発を行う。⑥ソーシャルキャピタル醸成については、実情の把握のための調査や行政・民間共同体制作りに向けた検討を行う。⑦システム改革については、環境、医療、農業、通信等の分野における規制による障壁を検討し、必要に応じて、規制緩和策の提案を検討する。

- (2) 実績：① 気候変動の影響予測／自治体レベルのメッシュデータ等による脆弱性分析

地域の気候データ等によって気候変動の自治体への影響を評価し、脆弱性の予備評価を行った。具体的には、地域の気象データを利用して、気象データの経年変化等を分析した。また、今後、実験フィールドでの気象データを取得するためのセンサ機器を大学構内に設置し、実験を行った。

- ② ライフインフラ／エネルギーマネジメントシステム

市役所とふるさとセンターを利用した BEMS (Building Energy Management System) を構築した。センサネットワークには特定小電力無線通信を利用し、全国でも事例の少ない冷温水発生器の流量測定器を含めた EMS 構築の基礎部分を実施した。更に、一般家庭普及を目指したエネルギーマネジメントに利用する次世代センサノードに関する研究と開発を開始し、機能限定版の第一試作を得た。これらを基に、地域及び公共設備のエネルギー消費特性を調査し、環境情報を取得して、需要変動抑制、短期・中期の周期・需給バランスを考慮した、第一次基盤モデルの構築を行った。

また、ヘテロな環境（異種間接続を目的とした環境）におけるシステム構築手法を検討し、結合行列を利用したシステム構成方法を提案した。更に、制御アルゴリズムとして、環境快適指数を利用した制御手法を提案した。これらを通じて、健康・医療・農業分野との統合システ

ムについて検討した。

- ③ 自治体での実証実験（健康・医療）

脆弱性に関する基礎調査として、地域在住高齢者の健康状態についての大規模調査を行い、今後の介入研究の枠組みを作成した。但し、調査中に東日本大震災が発生し、調査が中断したため、調査完了は H23 年度に入ってからとなった。遠隔システムを活用した遠隔医療相談の予備的な実証実験を実施し、今後の展開に向けて、その結果を分析した。

- ④ 自治体での実証実験（農業）

栽培施設に 24 時間常設型のフィールドセンサシステムを二組導入し、モデル農家の取組みにおける作物の生育状況、発育状況と日照や温湿度の変化の相関性を調査した。併せて、生育された作物の品質レベルの市場性を確認するために、中央卸売市場のバイヤー等へのヒアリング調査を実施し、次年度以降の方向性を検討した。しかし、東日本大震災によってモデル農家のハウスが壊滅的状態となった。今後、この農場で実験を継続できるか検討することになる。

- ⑤ 自治体での実証実験（災害対応）

モデル地区における災害時の早期通信復旧システム及び市民への情報提供システムの開発要件を抽出した。また、自動で衛星を捕捉する機能を持った衛星通信システムを利用し、被災から三時間以内にインターネット接続を回復させるためのシステムを開発した。更に、モデル地区において、総合支所等の拠点にエリア限定ワンセグ放送装置を敷設し、市民に対して情報提供するためのシステムを構築し、モデル地区において、市役所や総合支所等の拠点と被災地の間で映像を用いたコミュニケーションを可能とする拠点間コミュニケーションシステムを開発した。

東日本大震災の発生後、被災各所でインターネット通信が不可能になった。本課題で開発したこの早期通信復旧システムのプロトタイプ複数台を、特に被害が大きかった宮城県の地域に持込んで設置し、応急的な通信の復旧に貢献した。

- ⑥ 自治体の適応計画策定・ソーシャルキャピタル醸成

地域のソーシャルキャピタルについての現状を調査し、また、行政と民間の共同体制構築に向けた検討を行った。

- ⑦ 社会システム改革

エネルギーマネジメント、遠隔医療、農業、災害時の通信復旧等をより有効にすることに關わる規制緩和の可能性を確認した。本プロジェクトの実証実験のフィールドである栗原市が申請し、採択された「ホワイトスペース特区」

での実証実験を行い、自治体における災害情報の流通等を効果的に行うために既存の規制や制度のどこが障害となるかなどの検討を行った。

b. 平成 23 年度

(1) 計画：①脆弱性分析については、気象研究所による地球温暖化 5km メッシュデータ(1979 年～2079 年)を用いて、気候変動の自治体への影響を予測する作業を継続する。また、栗原市における地域データ(異常気象が発生した平成 22 年度の夏を含む)を分析し、日本地方の高齢化過疎地域における健康・医療についての脆弱性に関する予備的な評価を進める。②ライフインフラ・エネルギーマネジメントシステムについて、地域の消費特性を調査し、平成 22 年度に構築を諦めた公共施設での BEMS(Building Energy Management System)構築を拡充し、それぞれ実験場所での CEMS(Cluster Energy Management System)を構築する。また、健康・医療等の生活分野とのデータ統合についても、予備的考察を行い、第二次基盤モデルの構築を開始する。③健康・医療の実証実験では、平成 22 年度に行った栗原市全域の高齢者についての大規模ベースライン調査が震災で一時中断した部分を完了させた上で、その結果や気候変動に関するデータを分析する。住民に対するテレビ電話等による遠隔医療相談やセンサによる健康モニタリングによって収集した各種測定データを蓄積し分析する。それらによって、地域住民の健康・医療に関する脆弱性とそれへの対応に関する基礎的なモデルを構築する。④平成 22 年の夏以降、モデル農家におけるイチゴの作付けが天候不順の影響で 10 月以降に遅延したため、平成 22 年度のデータ収集が不十分であったこと、並びに平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の影響でモデル農家の栽培施設が崩壊したことにより農家の作付けが再度遅延し、10 月開始になったことを踏まえ、平成 23 年度は、24 時間通年での栽培環境のデータ蓄積環境を整備する。この際、エネルギー断への影響緩和(今回の震災により、モデル農家へ

のエネルギー供給が半月以上絶たれ、育苗中であったイチゴ苗が全滅した)方策についても併せて検討する。さらに、市場性についての比較を進めるために、他地域の農家との栽培環境を比較するためのセンサネットワークを整備し、市場性を高めるための栽培時期について、センサネットワークから得られたデータを用い、中央卸売市場のバイヤーと協議し、その結果に基づき、具体的な方策(温湿度制御等)を検討する。⑤平成 22 年度に構築したシステムにより、地点への災害時の早期通信確保が可能となった。平成 23 年度は、災害等でインフラがダメージを受ける事を想定し、インフラを必要としない面で展開できる情報網を確保するための通信技術の確立を目指す。⑥ソーシャルキャピタル醸成については、平成 22 年度に行った栗原市全域についての実態調査の結果を分析し、実情の把握を行う。健康・医療のモニタリングの結果等を参考にしつつ、行政・民間共同体制作りに向けた検討と実証の準備を進める。⑦システム改革については、平成 22 年度に申請し採用された「ホワイトスペース特区」を発展させたものに加えて、地域のエネルギーマネジメントを有効に実現することに必要な電力に関わる規制緩和を提案することを検討する。更に、関連のプロジェクトにおいて、遠隔医療を含む健康医療情報のシステム連携に関する総合特区を申請する予定。

c. 平成 24 年度～平成 26 年度

(1) 計画：②③地域毎に得られた基盤モデルを統合する総括システムとシステム間インタフェースを持つ第三次モデル構築。将来問題となるエネルギー自由化を視野に入れ、国際的な戦略を加味した ICT ライフインフラの全国展開のモデルを検討。④⑤日常的なデータから気候変動への適応策をシミュレーションによって策定。⑥地域内通信システムを融合した第二次システムの開発と適応策の策定。⑦自治体の適応計画の策定。⑧社会システム改革が実現するという条件の下での、適応計画による緩和効果と経済的効果をシミュレーションで予測。

10. 年次計画

取組内容	1年度目	2年度目	3年度目	4年度目	5年度目	実施期間終了後	
活動統括 慶應義塾大学	① 気象変動の影響と脆弱性分析						
	②③ グリーン社会 ICT ライフインフラ/エネルギーマネジメント						他地域への普及
	④⑤⑥ 生活分野での実証実験						他地域への普及
	⑦ ソーシャルキャピタルの醸成、適応計画策定						他地域への普及
	⑧ 社会システム改革						他地域への普及