

S - 3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案手法の 確立に関する総合研究プロジェクト

3．都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価

(9) さまざまな主体の知識共有のための統合ツール開発

東京大学

大学院工学系研究科化学システム工学専攻

Steven Kraines

[要旨]

日本全国のような気候や他の特性をもつ都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減を満たすための技術や政策の導入効果を網羅的に評価することが極めて複雑な問題である。まず、各々の地域特性を反映する都市生活や産業活動に伴う現在の二酸化炭素排出量を把握した上、解析対象となる都市の二酸化炭素排出量の大半を示す都市活動やニーズを選定すべきである。一方、どのような技術や政策を評価するかも整理しなければならない。そして、そこで選定した都市活動と技術や政策オプションとマッチングし、対策導入効果を評価する際、どのような計算手法やデータを利用するかも決定すべきである。

本研究プロジェクトでは、極めて幅広い分野の専門家が参加していることが特徴であり、その幅広い観点をプロジェクトの目標に対して有効に適用することがプロジェクトの本質であろう。しかし、この幅広い専門性を協調的に活躍させることは極めて難しい。そこで、どの研究部門でも遍在するウェブの利用により、プロジェクトの目標達成を支援する「ウェブ・ベース協調基盤」の設計と構築を行った。

都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減技術や政策の評価のための協調基盤に整備した機能は：

- 1．公開サイトとプロジェクト内サイトを分け、プロジェクトのメンバーのページへのパスワード制限アクセスの機能
- 2．ログイン済みのメンバーは、個人情報や発表論文リストを自ら修正でき、電子ファイルの形にある資料をアップロードできる機能
- 3．メンバー毎に以下の機能をもつ「CO2テックテーブル」
 - (ア) メンバー毎の「CO2排出を起こす都市活動」の分類テーブル
 - (イ) メンバー毎の「CO2排出を削減する技術や政策」の分類テーブル
 - (ウ) 各々の対策効果を評価するために「必要なモデルやデータ」の分類テーブル

[キーワード] 二酸化炭素、技術評価、情報共有、協調型問題解決、ウェブ技術

都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価グループに、全プロジェクトの各々の専門家が持つナレッジ（知識）を明確かつ共有しやすい形式に変換するウェブベースの協調基盤を開発している。この基盤は公衆領域とログイン領域に分かれている。公衆領域には、一般者向きのプロジェクト情報を載せて、掲示板など「フィードバック」を取得する機能も整備する予定である。ログイン領域には、プロジェクトメンバー全員のアカウントが作成され、様々のプロジェクトの内部情報や関連するナレッジを登録したりアクセスしたりするための協調基盤になると考える。

平成16年度には、ウェブサイトのナレッジ共有・協調機能のうち主に開発を進めたのは、都市活動に伴う二酸化炭素排出量の削減のための技術特徴をインターアクティブに操作できるテーブル「CO₂ Tech Table」である。「CO₂ Tech Table」のデータベースはプロジェクトメンバー毎に用意しているので、各メンバーが自分の「CO₂ Tech Table」のデータ入力や変更を自由にでき、他のメンバーのデータを参照したり、コピーしたりすることができる。

この「CO₂ Tech Table」の基礎テーブルは三列で構成される。第一列は、二酸化炭素の主な排出源と考える都市活動項目を階層構造に示す。この都市活動の階層構造が都市地域の二酸化炭素の総排出量を緩和する対策構成の焦点になる。第二列には、第一列に登録した都市活動の二酸化炭素排出量削減対策を計画し評価するためのデータセットや計算ツールを登録する。この列に登録する項目は、プロジェクトメンバーが所有し提供できるデータセットや計算ツールも、所有していなくても必要と思われるものも登録する。したがって、第二列は、それぞれのプロジェクトメンバーが持っているデータセットや計算ツールと、二酸化炭素の削減効果を評価するために必要と考えるデータセットや計算ツールのリストを表示する。最後の第三列には、登録者が第一列に登録した各々の都市活動に伴う二酸化炭素の排出量を制御する技術や政策などの項目を示す。

登録済みの「CO₂ Tech Table」の例を図1に示す。この「CO₂ Tech Table」には、プロジェクトメンバーであるSteven Krainesがいくつかの都市活動を登録した。図の第一列に表示されている都市活動は「electricity」という階層構造の上位カテゴリーに分類されている様々な電気製品の利用による電力需要や工業製造プロセスと様々な照明用途の電力消費活動である。第二列には、Steven Krainesは、一般的な都市地域における電力消費に伴う二酸化炭素の排出量の削減を検討するために、「central power grid electricity demand」（系統電力システムの需要）に関連するデータが必要であると指摘した。更に、それぞれの電力需要の種類に対して、ライフスタイルの条件や建物の伸べ床面積などのデータの必要性が示されている。そして、第三列に、いろいろな種類の電力需要に関する二酸化炭素排出の削減を実現するために、Steven Krainesが有効だと考える技術や政策オプションが表示されている。

urban needs / activities	Contribution to CO2 emissions	path/model/condition/requirements	technology/policy options to consider
electricity	25%	central power grid electricity demand	centralized electric power systems
electric appliances	10%		high efficiency appliances
commercial appliances	4%		building materials
office building appliances	12%		
residential appliances	3%	lifestyle	
industrial/manufacturing	5%	manufacturing infrastructure	manufacturing process improvement
lighting	10%	building floor area solar irradiation	daylight savings high efficiency lighting
commercial lighting (!)	4%		passive lighting
office building lighting	3%		passive lighting
outside lighting	2%		
residential lighting	2%	lifestyle	passive lighting

図 1：都市対策サブグループが検討している都市毎に、主な都市活動に関連付いた技術や政策オプションとデータセットや計算ツールを示す「CO₂ Tech Table」の基礎テーブル

都市対策サブグループが検討している五つの代表的な都市（「東京」、「札幌」、「那覇」、「鹿児島」、と「宇都宮」）において、別々な「CO₂ Tech Table」が用意されている。

図 1 に示す「CO₂ Tech Table」の基礎テーブル以外、三種類のテーブルが用意されている。「Condition View」のテーブルは、「CO₂ Tech Table」の所有者が登録した全てのデータセットや計算ツールを階層構造で表示する（図 2）。このテーブルに表示される項目から「CO₂ Tech Table」の基礎テーブルの第三列の項目を選択することができる。

Member	Kraines, Steven	Region	Tokyo, Honshu	View	Condition View - Expanded	Submit
Kraines, Steven: Tokyo, Honshu						
Add path/model/condition/requirements						
Consumer data						
electricity demand						
heating and cooling demand						
lifestyle						
transportation demand						
Databases						
building floor area (!)						
central power grid (!)						
Input-Output database						
OD data (!) power grid best mix model/ existing central power generation capacities						
solar irradiation						
transport network						
weather database						
zoning database (!)						
Industrial infrastructure models						
garbage disposal/recycling (!)						
garbage separation (!)						
manufacturing infrastructure (!)						
manufacturing supply chains						

図2：ユーザが定義したデータセットや計算ツールを表示する「Condition View - Expanded」のテーブル。テーブルの項目を整理するための階層構造や、項目に付けた説明を表示する「ツールティップテキスト」を示す。

「Technology View」のテーブルは、「Condition View」と同様に「CO₂ Tech Table」のユーザが登録した全ての技術的や政策的な対策オプションが階層構造的に表示される（図3）。

Member	Kraines, Steven	Region	Tokyo, Honshu	View	Technology View - Expanded	Submit
Kraines, Steven: Tokyo, Honshu						
Add technology/policy options to consider						
centralized electric power systems						
cogeneration						
largescale PV						
Large scale monocrystalline PV						
Large scale polycrystalline PV						
nuclear power (!)						
SOFC/GT (!)						
wind (!)						
decentral combined solid oxide fuel cell and gas turbine power generation system						
building fuel cells						
rooftop PV						
electricity savings technologies						
heat pumps						
high efficiency appliances						
high efficiency lighting						
energy savings technologies						
district heating/cooling systems						
heat reservoirs (!)						
hybrid vehicle (!)						
materials technologies						
building materials (!)						

図3：プロジェクトメンバーが定義した技術や政策を表示する「Technology View - Expanded」のテーブル。テーブルの項目を整理するための階層構造や、項目に付けた説明を表示する「ツールティップテキスト」を示す。

そして、「Region View」のテーブルは、各都市に関連する共有データや地図、グラフを表示する(図4)。

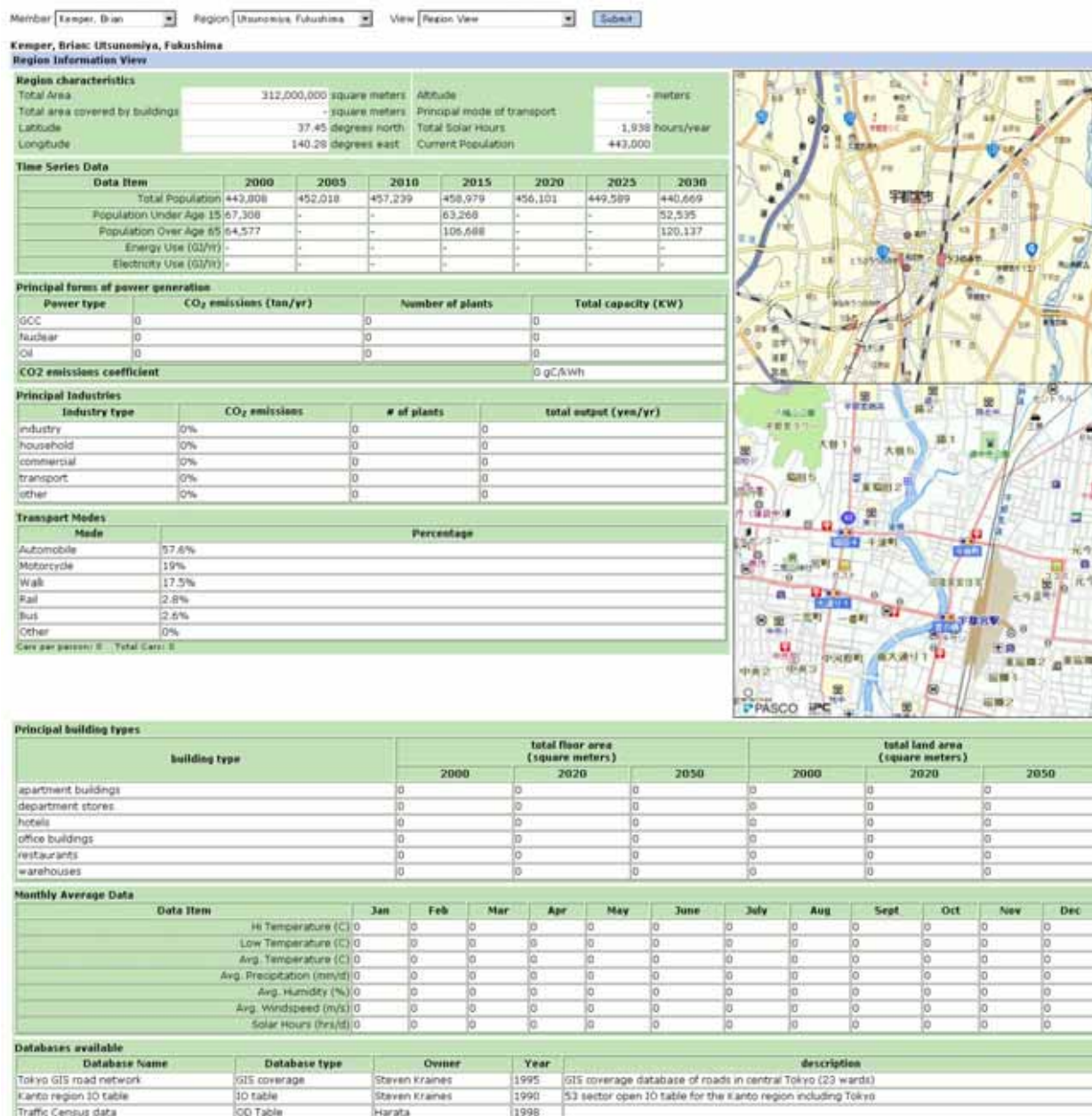


図4：代表都市の一つである宇都宮市の地域データを表示する「Region View」のテーブル。テーブルには人口の動向、主な産業、交通モード、気象データ、電力の種類などのデータや地域の地図、グラフなどが含まれる。

各々のプロジェクトメンバーが上述した「CO₂ Tech Table」のそれぞれのテーブルのデータを簡単に変更するため、「ポイント・アンド・クリック」で直観的に操作できるメカニズムが整備されている。その方法を図5に示す。例えば、「Technology View」のテーブルのデータを追加する場合、「Technology View」のテーブルの項目リストの上にある「add」のボタンを押すと、ユーザが新たな技術を登録するためにその技術の名称・説明・階層構造のカテゴリーなどを定義する入力ページが表示される。図5に示す例では、テーブルのユーザが「building fuel cells」の階層構造のカテゴリーに「building PEFC」と名称

する技術を追加することができる。活動とその条件も追加できる。同様に、都市活動とデータセットや計算ツールの項目を変更することができる。

Kraines, Steven:

Technology Name	building PEFC
Technology Level	Top Level Technology
Technology Description	Top Level Technology aluminum recycling sub-technology building fuel cells sub-technology building materials sub-technology centralized electric power systems sub-technology cogeneration sub-technology coop/ delivery services sub-technology daylight savings sub-technology decentralized electric power systems sub-technology district heating/cooling systems sub-technology electric vehicle sub-technology electricity savings policies sub-technology electricity savings technologies sub-technology energy savings technologies sub-technology fuel cell vehicle sub-technology fuel pricing sub-technology heat pumps sub-technology heat reservoirs sub-technology high efficiency appliances sub-technology high efficiency lighting sub-technology

technology/policy opti
<input checked="" type="checkbox"/> centralized electric po
<input type="checkbox"/> cogeneration
<input type="checkbox"/> largescale PV
<input type="checkbox"/> Large scale mono
<input type="checkbox"/> Large scale polycr
<input type="checkbox"/> nuclear power (!)
<input type="checkbox"/> SOFC/GT (!)
<input type="checkbox"/> wind (!)
<input checked="" type="checkbox"/> decentralized electric
<input type="checkbox"/> building fuel cells
<input type="checkbox"/> rooftop PV
<input checked="" type="checkbox"/> electricity savings tech
<input type="checkbox"/> heat pumps
<input type="checkbox"/> high efficiency appliances
<input type="checkbox"/> high efficiency lighting

図5。新しい技術を「Technology View – Expanded」のテーブルに追加するインタフェース。ポップダウンリストには、追加する新しい技術の分類カテゴリーが表示される。

「CO₂ Tech Table」のデータベースに追加した技術や政策オプション、データセットや計算ツールを各々の地域の都市活動に付け加えることができる。「Activity View – Expanded」のテーブルに表示される都市活動の名称をクリックすると、図6に示すページが表示される。ユーザが

「path/model/condition/requirements」と「technology/policy options to consider」をポップダウンリストから項目を選び、「add requirement」もしくは「add technology」のボタンを押すと、その都市活動に選択したデータセットや計算ツールもしくは技術や政策オプションを登録することができる。また、「remove」のボタンを押すと、ある都市活動に登録したデータセットや計算ツールもしくは技術や政策オプションを削除することができる。

Edit Activity for Kraines, Steven: Tokyo, Honsu

[Return to Tech Table](#)

[Delete Activity](#)

Activity Name Activity Level

Activity Description CO2 Emission%

[Update](#) [Cancel](#)

path/model/condition/requirements

[Add Requirement](#)

[Remove](#)

technology/policy options to consider

[Add Technology](#)

urban needs / activities	Contribution to CO2 emissions	path/model/condition/requirements	technology/policy options to consider
<input checked="" type="checkbox"/> electricity	25%	central power grid electricity demand	centralized electric power systems
<input checked="" type="checkbox"/> electric appliances	10%		high efficiency appliances
<input type="checkbox"/> commercial appliances	4%		building materials
<input type="checkbox"/> office building appliances	12%		
<input checked="" type="checkbox"/> residential appliances	3%	lifestyle	
<input type="checkbox"/> industrial/manufacturing	5%	manufacturing infrastructure	manufacturing process improvement
<input type="checkbox"/> lighting	10%	building floor area	daylight savings

図 6。ある都市の特定した都市活動に技術オプションまたはデータセットや計算ツールを登録するインタフェース。

以上説明した「CO₂ Tech Table」の機能に加え、現時点構築済みのウェブベースの協調基盤には「書類ファイルのリポジトリ」、「掲示板」、「数値計算モデル情報のデータベース」、そして発表論文のリストなどのプロジェクトメンバー情報を管理する機能が整備されている。

7．国際共同研究等の状況

マサチューセッツ工科大学のCAD研究室との共同研究に基づく分散型モデル統合化のためのソフトウェア開発

8．研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

なし

<その他誌上発表(査読なし)>

なし

(2) 口頭発表(学会)

Steven Kraines, David Wallace, Daniel Favrat, AGS 2005 Annual Meeting (MIT), Alliance for Global Sustainability (2005)

“Tokyo GHG Half Project Distributed Object-based Modeling Environment Progress from the AGS 2000 demo to now”(ソフトウェアのデモンストレーション)

Steven Kraines, Brian Kemper, AGS 2005 Annual Meeting (MIT), Alliance for Global Sustainability (2005)

“EKOSS: Environmental/Engineering Knowledge Ontology-based Semantic Search”(ソフトウェアのデモンストレーション)

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

9 . 成果の政策的な寄与・貢献について

本年度の研究成果を基に、更に有用な協調基盤となるウェブサイトを構築し、プロジェクトのメンバーの協力を得た上、この協調基盤を活躍させるように努力していく予定である。