

A solutions
landscape for

Koobe Japan

都市のインフラストラクチャー | 神戸市 | WBCSD



wbcspd urban

要約

持続可能な発展のための世界経済人会議(WBCSD)の都市インフラストラクチャ・イニシアチブ(UII)は神戸市の持続可能性向上に向けた取り組みの達成を支援するため、14のソリューションを検討した。

これらのソリューションは、UIIチームが神戸市との対話の中で特定した4つのテーマ、「エネルギーとエネルギー効率」、「持続可能なモビリティ」、「知のネットワーク」、「防災・震災復興におけるリーダーシップ」に沿って構成されている。

神戸市の「環境未来都市構想」には、同市が直面する環境、人口構成、経済分野での課題解決に向けた多くの提案がすでに含まれているが、UIIチームは神戸市と協力し、同市の今日までの取り組みの進展を踏まえて、さらなる施策を特定した。UIIの提案を既存の計画に統合することにより、神戸市は持続可能性ビジョン実現に向けてさ

らに前進するための多くの機会を得ることになる。UIIが神戸市の取り組みに参画することによって、CASBEE-Cityを利用することによる恩恵を受けることができた。

CASBEE-Cityは環境、社会、経済のトリプルボトムラインとしたアプローチを用いて、都市の持続可能性性能を総合的に評価するもので持続可能なソリューションに関する対話のプラットフォームとして有効であり、UIIチームが提案したソリューションがもたらす潜在的なメリットを定量的に評価することができた。



はじめに

神戸市は世界トップレベルのグローバル企業からの専門家で構成されたグループと協力して、持続可能性ビジョン実現に向けたソリューションを特定した。

協力した企業はWBCSD UIIのメンバーである。WBCSD UIIは複数のセクターの専門知識を提供し、都市の持続可能性ビジョンを実用的かつ分野横断的な戦略に変えるという、ユニークなプロジェクトである。

6つのグローバル企業からなるUIIグループ¹とWBCSDは、神戸市と共同で、持続可能性に関する主要な課題を特定し、ソリューションを提案した。

この共同作業は2012年6月の対話セッションから始まり、神戸市、UIIチーム、協力専門家が参加した²。対話セッションでは、神戸市の持続可能性ビジョン、課題、計画、優先順位が検討された後、“issues landscape”（UIIが変革に取り組むべき分野）を特定した。UIIチームはこれに基づいて、エネルギー効率の向上、持続可能なモビリティのための施策、ナレッジベース経済の発展を含む、実用的なソリューションを提案した。

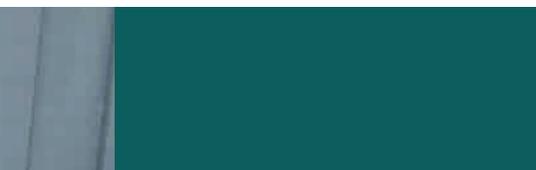
このプロジェクトはまた、神戸市が行う戦略的開発プロセスの早い段階で複数の民間セクターからインプットを提供することの価値を実証した。これにより神戸市はさまざまなアイデアを考慮に入れることができ、個別のプロジェクトベースではなく、包括的に民間セクターと協力することができる。このように全体を視野に入れて考えることは、世界中の包括的かつ持続可能な都市開発にとってますます重要となっている。

神戸市はUIIプロジェクトに参加している8つの都市・地域の1つであり、民間セクターとの協力の価値を認識しただけでなく、持続可能性のビジョンを戦略と行動に発展させることができたのである。

注釈

¹ AGC、本田技研工業、日産自動車、Schneider Electric、Siemens、トヨタ自動車

² このグループは一般財団法人建築環境・省エネルギー気候（IBEC）理事長で東京大学名誉教授の村上周三氏と慶応義塾大学伊香賀俊治教授の支援を受けた。



神戸市の概要

神戸市は、日本の都市社会の大部分が直面している経済、人口構成、環境に関する課題の多くを共有している。

神戸市は8世紀に起源を発する。六甲の山々と海の間位置し、神戸港は19世紀から発展してきた重要な港である。同市は150万人の人口を抱える一方で、多くの田園地域と森林地域を残している。全体の約7割を緑地が占め、20世紀初めからの植林により約1000万本の植樹を行い、森林を創り出してきた。

神戸市は過去100年のなかに悲劇的な歴史を持つ都市である。第二次世界大戦において、同市は空襲により壊滅的な被害を受け、戦後復興計画により、国際的貿易都市として再建された。1995年、今度は「阪神・淡路大震災」に襲われた。4,500人を超す市民の生命が奪われ、家屋や道路・水道などの都市基盤も壊滅的な被害を受けた。再度瓦礫と化した中からの並々ならぬ復興努力により、新たな神戸市が建設された。

近年、神戸市は多くの経済、環境、社会面での課題に直面している。

- **経済活動** 2009年の1人あたりの所得は1990年より低かった。この原因の一部はマクロ経済の現状と1995年の震災の影響が残っていることによるものである。
- **人口構成の変化** 神戸市は急速に高齢化している。65歳以上の人口の割合は、2011年の23%から2025年には31%に増加すると見込まれている。一方で、出生率は減少している。2005年には、合計特殊出生率は1.15だったが、これは人口の自然減に対する自然増の割合が約50%でしかないことを意味する。その結果、生産年齢人口（15歳から64歳）は減少し続け、社会保障支出と医療支出の継続的な増加と地方税基盤の縮小により、財政的課題が拡大している。
- **温室効果ガス（GHG）の排出** 市内産業部門の活動の減少により、2009年の排出量は1990年より11%削減されたが、業務部門と家庭部門からの排出は大幅に増加した。

私たちのまち神戸は、六甲山の山々や瀬戸内海、河川などの自然が身近に存在するなど、大都市としてはまれな自然環境に恵まれた都市です。そして、機能的な市街地、港、海上都市、田園などさまざまな顔を持ち、美しくゆとりある環境が形成されています。この素晴らしい神戸の環境は、すべての市民の長年にわたる努力で築きあげてきたものです。今、ここ神戸に集う私たちは、この素晴らしい環境を維持するだけでなく、より良いものとして将来の世代に引き継いでいかなければなりません。

神戸市長 矢田立郎
(神戸市環境基本計画2011)

図1：神戸市の位置（左）と六甲山系から見る神戸の市街地（右）





神戸市の持続可能性ビジョン

神戸市は2010年に、2025年を目標年次とした第5次神戸市基本計画「神戸づくりの指針」を策定した。

神戸づくりの指針では、自然と調和した都市の実現を目標としている。豊富な自然環境を保全する一方で、持続可能な地域社会の発展を目指し、低炭素社会に向けた大規模な対策を行う。2015年までの実行計画である「神戸2015ビジョン」では、創造性とイノベーション、地域経済の発展、人口、生活に焦点を当てている。

2011年、神戸市は「神戸市環境未来都市構想」を取りまとめた。この構想は、環境、超高齢化社会、その他の課題への施策に重点を置いているとともに、2050年の神戸市の姿をも示している。この構想の目的は、健全な都市環境と災害に強い都市基盤のもとで市民が健康に暮らせる、人間中心の都市の創造である。環境未来都市構想の主要な要素は以下のとおりである。

- ・ **環境 クリーンエネルギーの地産地消** 再生可能エネルギーの導入促進と、エネルギーの有効利用により、クリーンエネルギーの地産地消を進める。目標は、温暖化効果ガス（GHG）を 2020年までに1990年の25%未満以下に削減する、神戸市の需要量の10%を再生可能エネルギーで賄う、市の事務事業の需要の30%を再生可能エネルギーで賄うことである。
- ・ **超高齢化対応** 高齢者の健康的な生活スタイルの促進と、病気になったり長期療養が必要となった人を支えるセーフティネットの整備。
- ・ **防災・震災復興** 鍵となるインフラシステムのネットワーク化と地域の自主的防災組織の結成により、神戸市として将来の災害に備える。
- ・ **知のネットワーク** 「グリーン」産業でのイノベーションを促進する。これには「神戸医療産業都市」等の構想が含まれる。同構想は、日本最大の医療産業都市を創出し、スーパーコンピューター「京」の活用の拡大を目指す（[コラム1](#)を参照）。

神戸市はまた、国内外への重要な貢献を目標としている。貢献には以下のようなものがある。

- ・ 神戸市の復興体験を活用して、2011年の震災と津波により壊滅的な被害を受けた、東北地方の早期復興を支援する。
- ・ 「知の産業」を活用して、日本経済の活性化に主導的な役割を果たす。
- ・ 医療産業都市等の資源を活用して、産業での国際的な努力に貢献する。

コラム1 スーパーコンピューター「京」

神戸市にあるスーパーコンピューター「京」は世界で最も強力なスーパーコンピューターの1つである。文部科学省の「次世代スーパーコンピューター計画」の一環として、理化学研究所と富士通が共同開発した。スーパーコンピューター「京」は、今日社会が直面するエネルギー、ヘルスケア、気候変動、産業、空間の課題解決に資するものとして期待されている。

課題の概観

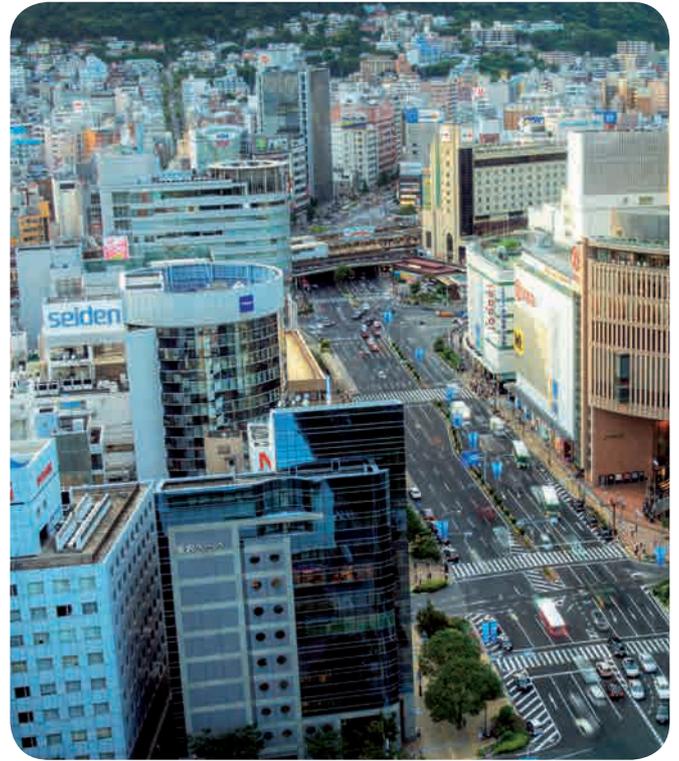
UIIチームと神戸市との対話セッションでは、広範な議題について協議が行われ、持続可能性に関する3つの要素である、社会、環境、経済の観点から議論された。

神戸市が「神戸市環境未来都市構想」で設定した2050年に向けての目標を発表し、その中で、本当に持続可能な都市を築くには、環境だけでなく社会面での課題を考慮に入れることの重要性を強調した。特に、神戸市が超高齢化社会として直面している課題を取り上げた。

続いてUIIチームが、都市の持続可能性性能を評価するための、CASBEE-City (コラム2を参照) と呼ばれるモデリングツールを活用した。CASBEE-Cityは、さまざまなシナリオと仮定に基づいて、将来の都市の持続可能性性能を「見える化」することができる。

UIIはまた、人口構成の変化という観点からこの地域の社会経済的発展を考慮に入れる必要があることを強調した。

この対話の結果として、UIIと神戸市はUIIへの参加に対する4つの主要な課題を特定した。



エネルギーとエネルギー効率

神戸市のCO₂排出量(2009年度)は1000万トンで、1990年比では約11%減少している。部門別に見ると、産業部門、運輸部門が減少しているのに対して、民生の業務部門は約3割、家庭部門は約1割増加しており、事務所・商業施設や住宅等における省エネ対策が大きな課題となっている。

再生可能エネルギーの導入によりさらなる削減が可能であるが、市内のエネルギー消費量全体に占める再生可能エネルギーの割合は現状で約4%(電気事業者が取り組む大規模水力発電、バイオマス発電等を含む)と、まだ少ない状況にある。神戸市が目標を達成するにはコスト効率の高い再生可能エネルギー施策を実行していくことが急務であり、民間セクターは再生可能エネルギー投資の拡大に重要な役割を果たすであろう。

持続可能なモビリティ

神戸市におけるGHG全排出量の内、運輸部門の占める割合は約22%である。運輸部門のCO₂排出量のうち自動車の割合は約75%を占め、神戸市の環境負荷の大きな原因となっており、自動車からのCO₂排出量の削減が求められる。同時に、モビリティの社会的側面も重要となっている。例えば、神戸市は高齢者に適したモビリティの選択肢を確保する必要がある。

知のネットワーク形成と国際化

神戸市の経済の安定は、国際的なナレッジベース経済の面で確固たる地位を築けるかどうかにかかっている。スーパーコンピューター「京」の取り組みや、神戸市の産業の国際化を進める施策等により、基盤はすでに整っている。しかし、この方面でのさらなる発展には、神戸市の競争力を維持する必要がある。これには知のネットワークの形成と拡大、さらにこれらのネットワークを活用してグリーン産業をこの地域で発展させること等が含まれる。

防災と震災復興

神戸市は特に、防災と災害からの復興に関する貴重な知識を有しているが、これらの知識は国内外で十分に活用するまでには至っていない。知識には地域社会や地域経済への災害の影響を最小化する、レジリエントな都市モデルの創り方に関する専門知識が含まれている。

解決策概観

UIIチームは対話の中で特定した4つの大きな課題に沿って、14のソリューションを検討した。UIIチームは神戸市と共同で、以下の2つを考慮に入れて、優先順位を評価した。

- 神戸市の目標を達成する中での、各ソリューションの影響の大きさ
- 実行しやすさ

その結果を図2に要約している。図の右上に位置するソリューションが、実行がしやすく影響が大きいため、最も優先順位が高い。

影響の大きさには以下を考慮に入れた。

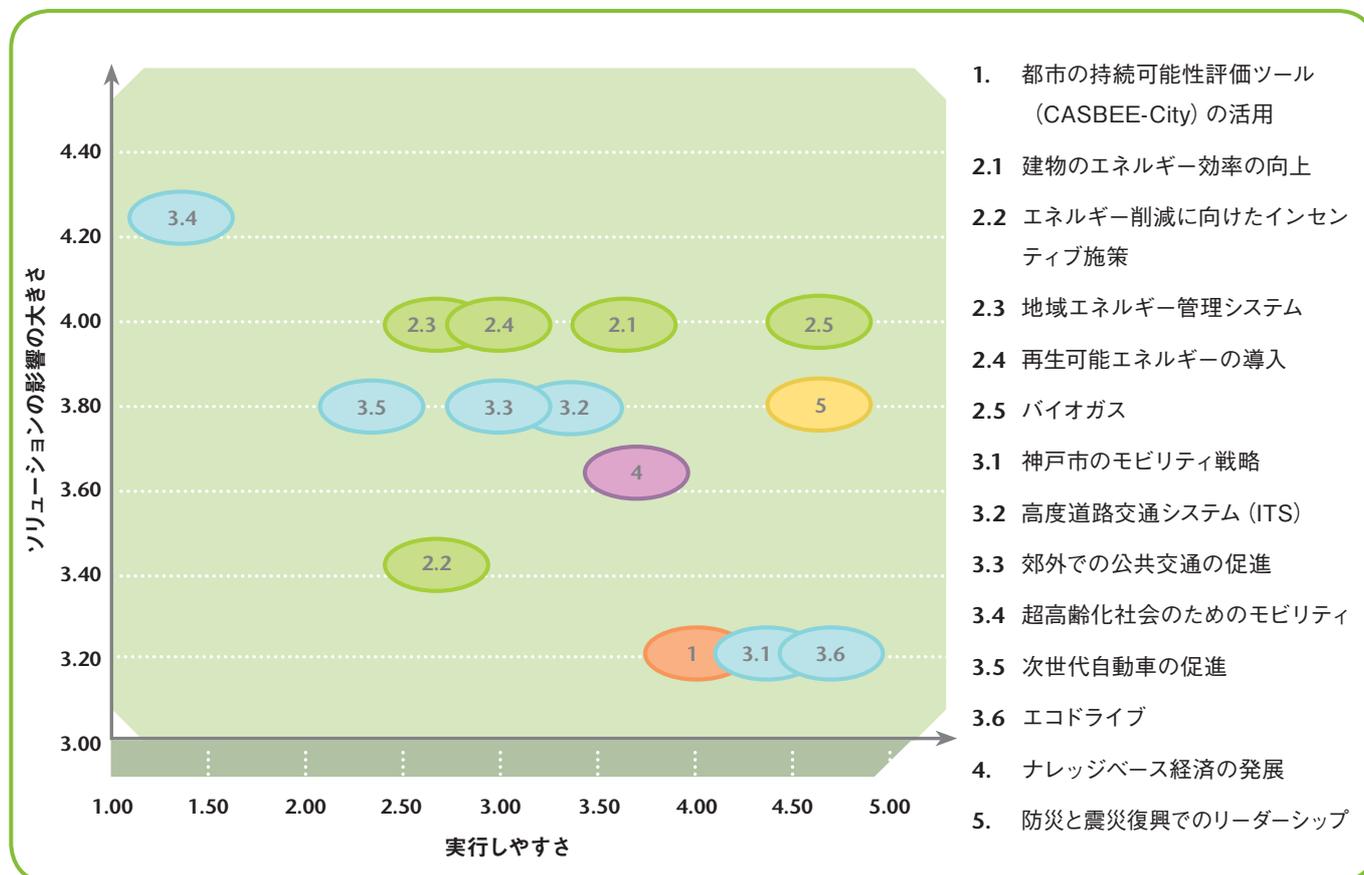
1. 環境負荷
2. 環境への影響
3. 社会への影響
4. 経済への影響

実行しやすさには以下を考慮に入れた。

1. 実行コスト
2. 必要な技術がすでに整っているか
3. 実行に必要なその他のステークホルダーとの調整の程度



図2: 神戸市におけるビジョン達成に向けたソリューションとその課題解決への優先順位



1. 都市の持続可能性評価ツール: CASBEE-City

都市の持続可能性向上のために目標、政策、計画を策定するからには、目標に向けた進捗状況を測定する方法がなければならない。これは経済、環境、社会的性能を総合的に考慮に入れる際に、特に重要となる。

この課題に対応するため、都市の持続可能性評価に有効な新たなツールとアプローチが提案されている。CASBEE-Cityはその一例である（[コラム2](#)を参照）。

UIIチームは以下の2つの理由から、神戸市との対話プロセスにCASBEE-Cityを活用した。

- 神戸市に対してCASBEE-Cityを採用して自らの持続可能性評価を行い、神戸市環境未来都市構想など新たな構想や政策の影響を評価し推進することを提案するために、このモデルの実効性を実証するため。
- UIIチームからのさらなる提案の潜在的な影響を評価するためのプラットフォームとして。

UIIは慶応義塾大学伊香賀研究室に依頼し、神戸市の持続可能性性能の評価を行った。[図3](#)は2012年の評価と2025年の予測の結果を、個々のUII提案メニューの潜在的な影響を含めて示している（神戸市の現在計画されているプログラムと結合している）。UIIチームはまた、1995年の震災以降の神戸市についての時系列分析を行い、その広範な復興努力の全体的な影響を定量化した（19ページの[ソリューション5](#)を参照）。

コラム2

CASBEE- City:都市の持続可能性評価ツール

CASBEE-Cityは、環境、社会、経済の3つを柱としたアプローチを用いて、都市の持続可能性性能を総合的に評価する。CASBEE-Cityは建物の環境性能を評価するためのCASBEEモデルを拡張したものである。このツールは日本サステナブル建築協会（JSBC）が、低炭素都市推進協議会（PCLCC）と共同開発した。

CASBEE-Cityは社会、環境、経済の品質と活動を環境負荷で除し、都市の環境効率（BEE）指標スコアを導き出す。同モデルは、6つの主要なカテゴリーの下に18の主要な指標を置き、それぞれについて過去、現在、未来のデータを入力できるようになっている。

指標の数値が高いほど都市の品質と活動が高く、外部への負荷が低い（したがって都市の環境効率が低い）。モデリング計算の結果はチャートで表示されるため（[図3](#)の例を参照）、一般の人々にも理解しやすい。

CASBEE-Cityは都市の過去、現在、未来の都市の環境効率の評価に用いることができる。特に、新たな政策や改善施策の潜在的な影響の初期の定性評価に有効である。

詳細な情報については以下を参照：

www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm



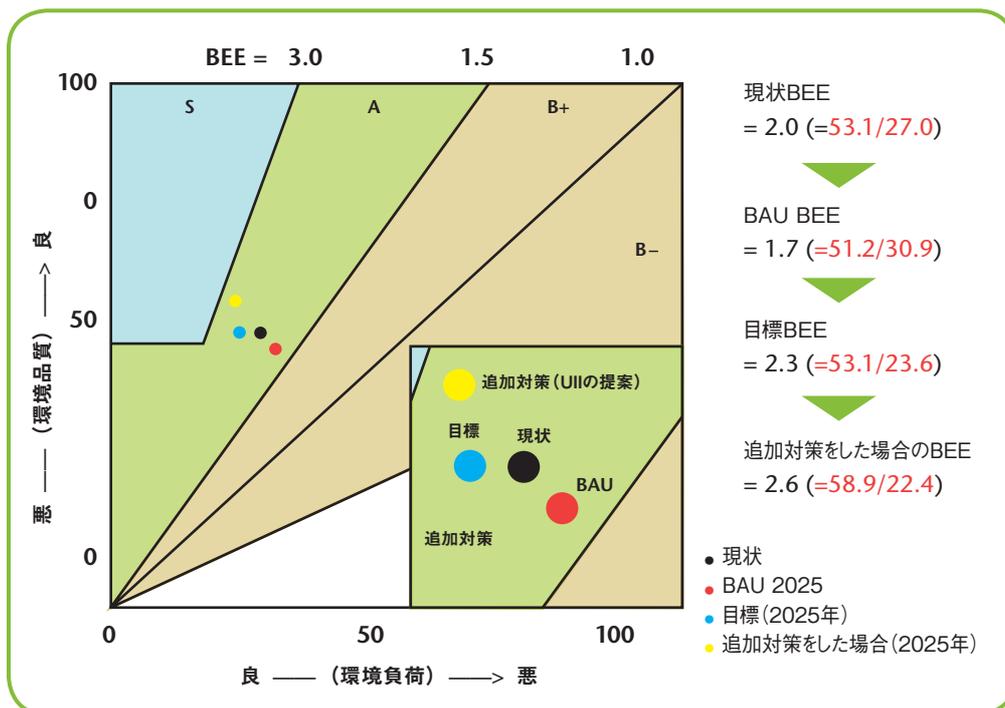
神戸市の2012年現在の環境効率（BEE）は2.0であり、2025年までに具体的な政策措置を講じなければ（現状維持）1.7に低下するであろう。しかし、神戸市環境未来都市構想と新・神戸市基本構想により、BEEの現在のレベルは2025年までに2.3に向上するであろう。

さらに、神戸市が本報告書に記載されたUIIの提案を導入すれば、BEEスコアを2.6に上昇させることができる。改善のためのソリューションは以下のとおりである。

- 古い建物の改修を積極的に推進し、エネルギー効率を向上させる（ソリューション2.1、2.2）
- 地域冷暖房計画と地域エネルギー管理システムを拡大する（ソリューション2.3）
- 廃棄物発電をさらに活用し、エネルギーを作り出す（ソリューション2.5）
- 高度道路交通システムにより、交通管理と道路の安全性を改善する（ソリューション3.2）
- 公共交通をさらに推進する（ソリューション3.3）

都市が複雑であるほどシステムのモデリング方法も複雑になるため、モデリングアプローチの内容を理解した上で、常に注意深く利用しなければならないが、CASBEE-Cityのようなツールを利用することにより、都市の政策メニューに付加価値を与え、政府機関などの主要なステークホルダーへの有効なコミュニケーションツールとなる。

図3：CASBEE-Cityモデルによる神戸市の評価



出所：慶応義塾大学伊香賀研究室（2012年）

2. エネルギーとエネルギー効率

神戸市では、2020年度を目標として、神戸市域の温室効果ガス排出量を基準年度である1990年度数値から25%削減することを定めており、この目標に向けて計画と施策を策定している。さらに、UIIチームは、そのスピードを加速することができる追加的なソリューションを提案した

2.1 建物のエネルギー効率の向上

建物のエネルギー効率の向上は、神戸市にとって重要である。神戸市には近代的な建物の割合が高いが、その多くはエネルギー効率が低い。

世界全体では、建物はすべてのエネルギー消費量の40%を占めるが、WBCSDの分析によれば（コラム3を参照）市場を改革することにより、建物のエネルギー効率が2050年までに建物のGHG排出量を60%削減できる可能性があることが分かった。

建物の省エネは過小評価されることが多く、省エネを実現するためのコストは専門家ですらも過大評価していることが多い。投資リターンの高い施策がたくさんあり、さまざまな施策を包括的に行うことにより、長期的なリターン（5年から10年の間に得られる利益）を最大化することができる。しかし、これまでの経験から、これらの投資を妨げる財政、技術、行動面での障壁を克服するためには政策措置が必要であることが明らかとなっている。

UIIは建物のエネルギー効率を促進するために、神戸市が以下の施策を講じることを提案する。

- **公共建物** 神戸市は所有または運営するすべての建物が高いエネルギー基準を達成するようリーダーシップをとることができる。公共建築物の改善または改修プロジェクトは民間建築物の行動を促進するショーケースとしても活用することができる。
- **民間建物** 神戸市は民間建物所有者の省エネを促進するための追加的施策を検討する必要がある。これには建築基準の強化、ラベリング制度、啓発キャンペーン、検査、監査プログラム等が含まれる。さらに、的を絞った金融措置により、いろいろな施策を補完し、行動を加速することも可能である（ソリューション2.2を参照）。神戸市はこれらのインセンティブを、産業界を含めた地域の主要なステークホルダーと協力して策定し、地域社会の取り組みと有効性を確実なものにしなければならない。
- **EEBマニフェスト** 神戸市が主要な建物所有者に対して、WBCSDの省エネルギー建築マニフェスト（EEBマニフェスト）³を神戸市に合うように修正した上で賛同するよう求めることを勧める。まず、年間エネルギー消費量とGHG排出量の算定と報告を行うことから始めて、EEB改善の方針と目標を定め、企業に対して政策の実行を求めていくことになる。ある会社が口火を切れば、競合会社が追隨して競争になり、活動が加速する可能性がある。

注釈

³ <http://www.wbcSD.org/work-program/sector-projects/buildings/eeb-manifesto.aspx>





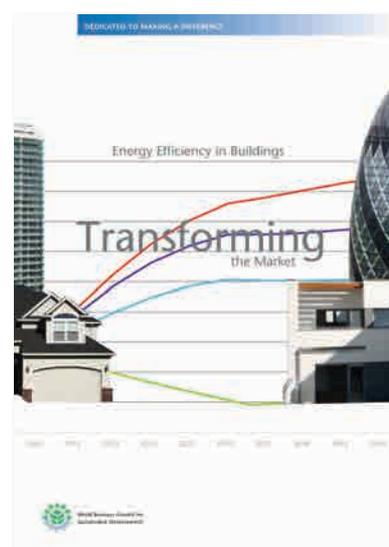
- **その他の行政施策との調整** 神戸市は耐震改修や、高齢者対象の住宅改修などの、建物改修に関連した複数の施策を行っている。これらの個々プログラムの相互調整を行うことにより、効果的な施策導入と資源の最大限の活用が可能となるだけでなく、すべての新築および改修工事に高度な省エネメニューを組み込むことが可能となる。神戸市がすでにセクター横断的な活動を策定していることは、非常に期待できることである。これらの活動には、補助金、登録、信頼できる請負業者の紹介、好事例の発信、財政サービス支援の提案等を組み合わせた改革を含む。
- **省エネルギーロードマップ** 上記で提案したすべての要素を適切に調整するには、神戸市は建物のエネルギー効率の改善を促進するための総合的なロードマップと行動計画を策定することができる。このようなロードマップには、中・長期的な目標を改善するための機会の詳細な分析、これらの目標を達成するための主要な政策措置、インセンティブ、行動が含まれていなければならない(コラム4を参照)。



コラム3 WBCSD建物の省エネルギー： 市場の改革

WBCSDの建物のエネルギー効率 (EEB) プロジェクトは2006年に開始され、国際的な建物セクターのエネルギー利用についての理解の提供に焦点を当ててきた。このプロジェクトの中心となるのは、「Transforming the Market: Energy Efficiency in Buildings (市場を改革する：建物の省エネルギー)」という報告書である。1500万米ドル(1.4億円)を投じた調査プロジェクトの結果を基に、この報告書はどのようにしたら建物のエネルギー消費を2050年までに60%削減し、世界の気候変動対応目標を達成できるかを示している。しかし一方で、建物セクターを改革する行動が直ちに必要であると提唱している。

EEBプロジェクトはボトムアップ、市場主導のアプローチを採用し、建物のエネルギー需要の現状についてこれまでで最も詳細な視点に基づいた、エネルギー需要削減への障壁の分析を行っている。プロジェクトチームは何百万におよぶ既存の建物および2050年までに建設予定の建物に対し、気候や建物の設計等の差異を考慮に入れた上で、建物タイプ別にエネルギー需要を分析した。次にコンピューターシミュレーションを活用することで、財政、技術、行動、政策オプションのさまざまな組み合わせに対する市場の対応を示し、調査した各市場の改革を実現するための最適な組み合わせを特定することができた。



2.2 エネルギー削減に向けたインセンティブ施策

省エネに優れた機器やシステムには、省エネ効果の少ないものと比べて多くの初期投資が必要となる。省エネルギーのために建物を改修する場合も、増分支出が必要となり、投資回収までの期間は民間セクターが通常目標としている財務目標より長いことが多い。したがって、初期投資に対して補助金または助成金という形での公的な財政支援が、省エネ投資を促進するために必要であろう。

政府は民間建物のエネルギー効率改善につながるインセンティブ施策を研究し、古い建物の立て直しと改修を促進しなければならない。例えば、2011年に実施されたWINDOW25調査⁴によれば、民間住宅の窓や枠を性能の高い断熱材で補強することにより、大幅なエネルギー削減を実現することができる。財政的なインセンティブによる、対象を絞り込んだ補助金がこのような行動を促進するであろう。

神戸市では、住宅について、太陽光発電システムの設置に対する費用を一部補助している。太陽光発電システムはGHG排出削減のためのより費用対効果の高い対策であるため、新築および改修においてこれらのメニューを財政支援する制度の拡大を検討すべきであろう。前述のとおり、こうした施策は高齢者や防災への配慮を含めて、関係する神戸市のプログラムとよく調整しなければならない。

2.3 地域エネルギーマネジメントシステム (CEMS)

神戸市は、情報通信技術 (ICT) を活用した地域エネルギーマネジメントシステムのパイロットプロジェクトを検討している。このシステムはピークシフト・デマンドレスポンス対策を含めて、エネルギーの地産地消を可能にする。パイロット計画では、モデルの利益を実証し、エネルギー供給者、市民、建物所有者、テナントの間の役割分担の枠組みを試行することを目的としている。

UIIはパイロットプロジェクトで期待どおりの結果が出ることを確認したうえで、神戸市がCEMSの導入を拡大する機会を検討することを提案する。UIIチームは、このようなプロジェクトは神戸中心部のいくつかの地域で実行可能と提言する。これらの地域には未開発のエネルギー資源が存在するエリアや既存の地域冷暖房 (DHC) 計画と隣接し、将来の地域エネルギー計画の核となりうるエリアが含まれている。

注釈

⁴ WINDOW25: (独)建築研究所が実施した「住宅窓のCO₂排出量の量的把握と削減予測の研究」の成果

コラム4 WBCSD EEB プロジェクト - 日本のオフィスビル

EEBプロジェクト (コラム3) は詳細な分析を実施し、日本のオフィスビルのエネルギー効率向上の可能性を示した。

この分析によれば、日本は最近数十年間に発展を遂げたが、エネルギー効率を向上させる大きなチャンスがまだあり、2050年までにビル1つあたり平均33%のCO₂排出量削減が可能となることを示した。

空調と照明機器の改善に主要な機会があるが、分析によれば、この潜在的な向上を実現するためには政策、技術、財政インセンティブの面で強力な調整が必要であることが分かっている。





2.4 再生可能エネルギーの導入

神戸市は以下を含めた最適なエネルギー利用ミックスにより、低炭素社会を実現することを目指している。

- ・ 太陽光発電
- ・ バイオガスの都市ガスラインへの直接投入
- ・ 小水力発電の利用
- ・ その他の再生可能エネルギー

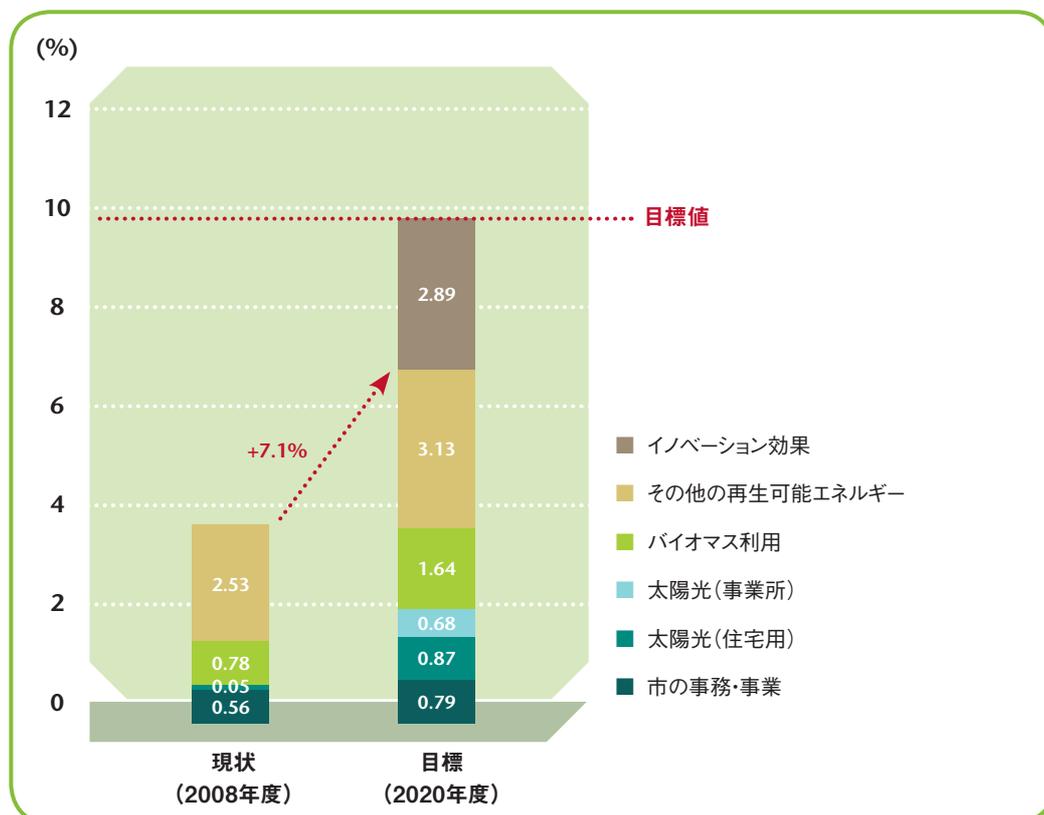
太陽光エネルギーは市民の太陽光発電システム設置に対する積極的な財政支援の結果、現在、再生可能エネルギー供給全体の中で約88%を占めるに至っている。

UIIは、神戸市が進める「地球温暖化防止実行計画」を強化することにより、再生可能エネルギーの利用をさらに推進していくことを提案する。投資ロードマップを導入することにより、民間セクターの投資を促進することができる。民間セクターの投資は、建物のエネルギーの30%を再生可能エネルギーから賄うという神戸市の目標を達成するためには、特に重要となる。

投資ロードマップにより、民間セクターの投資を阻害する要因を特定し、その阻害要因をどのようにしたら解消できるかを分析することが可能となる。また、再生可能エネルギーをエネルギーグリッドへ接続することに関連した課題にも対応できる。このロードマップは既存あるいは今後拡大する地域エネルギー管理計画と組み合わせることにより、スマートグリッド技術の導入拡大の機会を探ることも可能とする（ソリューション2.3を参照）。



図4：神戸市の再生可能エネルギーの導入目標



出所：神戸市の地球温暖化対策実施計画

2.5 バイオガス

神戸市は排水資源の持続可能な管理で主導的な役割を果たしている。例えば、神戸市は下水污泥からリンを取り出し肥料を作り出すプロジェクトや排水を再生して再利用するプロジェクトに積極的に取り組んでいる。

神戸市はまた、下水処理から生まれたバイオガスを、エネルギー資源として活用することも積極的に進めている。神戸市はバイオガスの100%利用を目標として、メタンガス成分98%の「こうべバイオガス」の精製に成功し天然ガス車の燃料や都市ガスとして利用している。日本初となる、バイオガスの都市ガスへの導管注入は、2010年10月に開始されたが、この再生可能エネルギー技術は国内外に移転することができるであろう。

UIIはこの領域での神戸市のリーダーシップを評価している。また、同市が神戸バイオガスを交通に利用する可能性をさらに検討することを提案する。神戸バイオガスを市内の車両の燃料に導入する機会（公共および民間車両の双方）は、神戸市に提案する統合モビリティ・アプローチ開発の重要な検討項目である。（[ソリューション3](#)を参照）。

3. 持続可能なモビリティ

神戸市環境未来都市構想は「人々と環境にやさしい交通システム」の構築を目指している。すでに、公共交通のさらなる推進を含めて、この目的達成に向けた多くの施策を講じている。神戸市はまた、交通システムの設計と開発に当り、急速に高齢化する人口が長期的にどのような意味を持つのか理解しようと努力している。

UIIチームは、神戸市が現在および将来の神戸市民にとって安全で信頼性が高く、環境にもやさしいモビリティを提供できるようになるためのソリューションを明らかにしてきた。

神戸市は多数の特徴的な要素を持つ、独特の都市レイアウトをしており、これが持続可能なモビリティにとってチャンスでもあり課題でもある。これらの課題を検討する上で神戸市を支援するため、UIIは神戸市と共同で、これらの個々の要素とそれらの関係を考慮に入れた、統合的なモビリティ戦略を策定した（[ソリューション3.1](#)を参照）。

図5: バイオガスを天然ガス車の燃料として活用



出所：神戸市

このようなアプローチの導入を支援するため、UIIは多くの具体的なモビリティ関連ソリューションを提案する。

- 高度道路交通システム (ITS) の導入を進め、道路交通の効率と安全性を向上させるとともに、公共交通やその他の交通手段と結び付ける ([ソリューション3.2](#))
- 利用者の情報と認識を向上させることにより、公共交通を促進する ([ソリューション3.3](#))
- 交通計画策定にあたり、公共交通・民間交通双方のオプション開発時に特に高齢者を考慮に入れる。 ([ソリューション3.4](#))
- 次世代自動車の普及を促進する ([ソリューション3.5](#))
- エコドライブに対する市民の認識を高める機会を提供する ([ソリューション3.6](#))

3.1 神戸市のモビリティ戦略

神戸市は公共交通を中心として、その中で歩行者、自転車、自動車がバランスよく組み合わせられた交通環境の構築を目指している。

図6は神戸市の主要地域別モビリティ戦略の概要を示している。神戸市には都心・ウォーターフロントと呼ばれる海沿いに広がる中心市街地が存在し、また鉄道沿線から山麓部にかけては住宅地が広がる。そしてその背後に六甲山や摩耶山等の観光地を持つ六甲山系が位置する。中心市街地の北部や西部には鉄道に沿って島状に広がるニュータウンやニュータウンを取り巻く田園地域がある。

中心市街地では、適切な交通結節機能を持った公共交通システムがすでに整備されており歩行者や自転車のための整備も整っているが、交通渋滞は起こっている。システム全体の性能を向上し、中心市街地での経済活性化を支援するため、UIIは以下のいくつかの施策を提案する。

- ・ 都心・ウォーターフロントにおける交通を見直す
- ・ パークアンドライド (P&R) 駐車場を中心市街地から離れたところに展開し、カーシェアリングをさらに促進する
- ・ ITSをさらに活用し(ソリューション3.2を参照)、スマートパーキングにより、交通流を改善する
- ・ 中心市街地において、次世代自動車の乗り入れは認めたくえて、車両流入制限を検討する。これは神戸市内で次世代自動車をさらに促進するための主要な施策となる可能性がある(ソリューション3.5を参照)。

図6：神戸市のモビリティ戦略



六甲山や摩耶山等の観光地は神戸市への観光客が訪れる中心地であり、地域経済に重要な役割を果たしている。しかし、これらの観光地への交通アクセスをさらに改善し、地域の交通渋滞を緩和させる方策はある。例えばパークアンドライド (P&R) モデルは、これらの地域での駐車に制約があることを考えると、特に有効な手段となる。

郊外やニュータウンでも、短距離移動に公共交通 (ソリューション 3.3を参照)、徒歩、自転車の利用をさらに促進することができる。これらの地域はまた、さまざまな交通手段の接続を改善し、交通マネジメント (ソリューション3.2を参照) を強化することもできる。さらに、神戸市は主要な交通ハブ (例: ニュータウン地域) で次世代自動車のためのインフラを整備することにより、これらの車両へのシフトを促進する可能性をさらに探るべきである。

3.2 高度道路交通システム (ITS)

交通渋滞は通常、交通エネルギー消費の11%を占める。したがって、ITSの導入はGHG排出量を削減する一方で、既存の交通インフラをより効率的に利用するための重要なアプローチである。ITS技術を既存の車両や交通システムに導入すれば、交通流の監視と制御、交通渋滞の緩和、ドライバーへの代替ルートの提示等により、燃料消費量とGHG排出量の双方を削減できる。ITSはまた、公共交通と私的交通の、2つのシステムの結合を強化させることができる。

ITSとインフラ技術は、都市化した地域での道路交通システムの進化に大きく寄与する可能性を持っている。神戸市は、実現可能性を充分考慮に入れたうえで、日本国内の知見を活用して、この技術に投資し、利用を拡大しなければならない。日本ではすでに交通渋滞の緩和、道路安全性の向上、GHG排出量の削減のためのいくつかの技術が導入されている。

- 車両情報通信システム (VICS) はリアルタイムの交通・移動情報をドライバーに提供する (例: 交通渋滞、道路工事や事故の情報、ガソリンスタンド、レストラン、駐車場等のサービスの利用可能性に関するデータ)
- 安全交通支援システム (DSSS) は、車両内にメッセージを表示することにより安全な運転を支援する。DSSSはセンサーを利用して、ドライバーから見えない車両、バイク、歩行者を検出したり、進行方向にある急激なカーブや滑りやすい部分を警告することができる。
- 専用狭域通信 (DSRC) と呼ばれるサービスは、車両間のリアルタイムでの交通・移動情報やインフラ機器を提供する。Eパーキングや料金支払いシステムもまた、DSRCを使った通信を行うことができる。

ITSシステムは、2011年に東日本に壊滅的な被害をもたらした大震災と津波に際して、その有効性を実証した。ITSシステムは、震災後の交通の管理、緊急サービスの効率的な移動の支援、各種機器と物質の輸送活動において機能し続け、重要な役割を果たした (図7を参照)。

3.3 郊外での公共交通の推進

神戸市特有のモビリティの課題は、六甲山系の北部や西部の市街地に住む多くの人々が、公共交通が利用可能であるにもかかわらず、地域間移動に自家用車を利用しているということである。

神戸市はこれらの地域での公共交通の利用が少ない理由を調査すべきである。その結果をサービス改善に活用し、最新のITサービス (例: 携帯電話、インターネット) を利用している市民にリアルタイムで情報を提供することができる。ITS (ソリューション3.2を参照) の導入は交通渋滞の緩和により自家用車の利用を増加する可能性があるが、郊外での自家用車と公共交通との乗換え利便性を向上させる機会をも提供する。

図7: プローブ技術を使った東日本大震災後の交通マップ



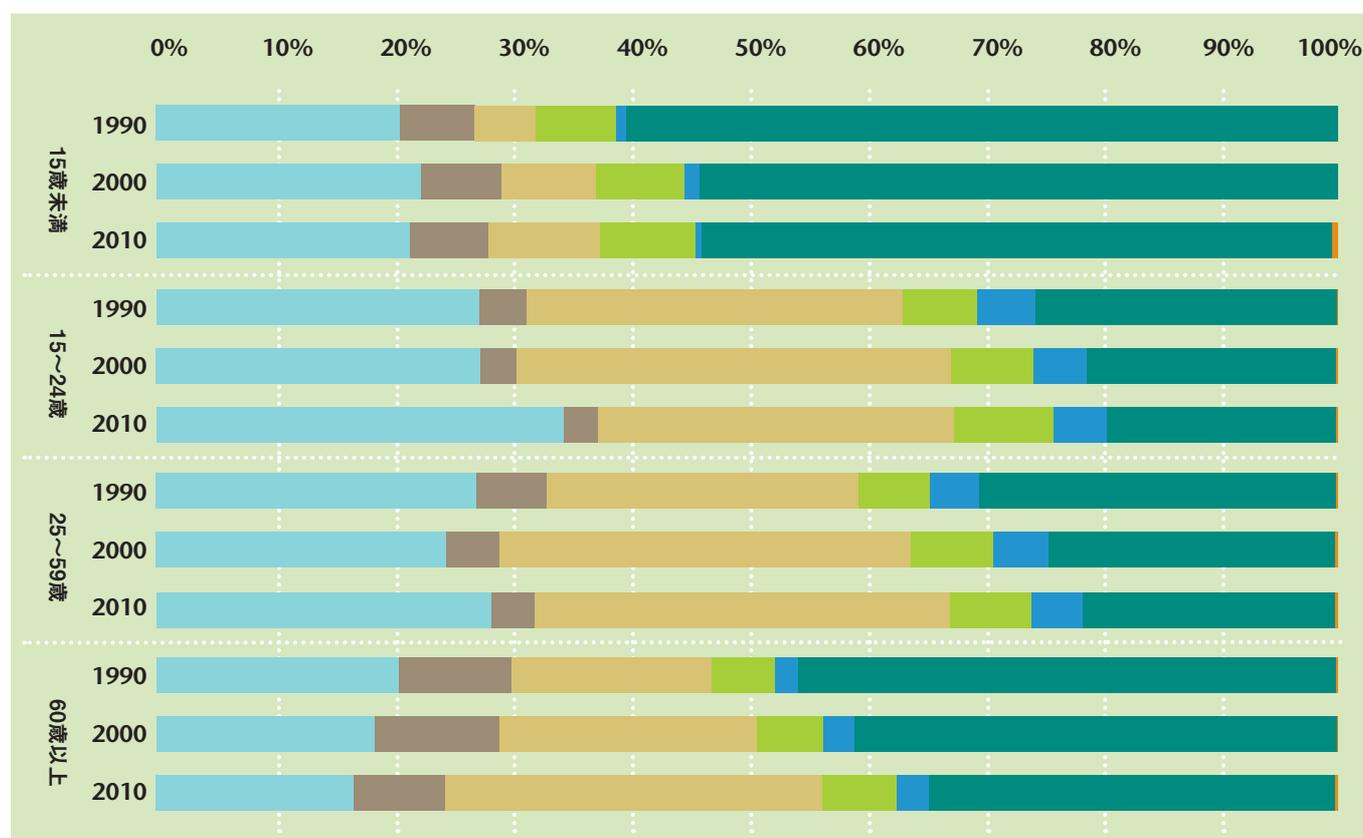
出所: 本田技研工業のwebsite



3.4 超高齢化社会のためのモビリティ

超高齢化社会のためのモビリティ提供は、神戸市にとって解決すべき大きな課題である。例えば、神戸市を含む近畿圏におけるパーソントリップ調査によれば、24歳以下の人々の自動車利用は減少しているが、一方で、60歳以上の高齢者の自動車利用は増加し、徒歩や公共交通の利用が減少していることが分かる。

図8：世代別の移動手段割合 -近畿圏



出所：神戸市

- 鉄道
- バス
- 自動車
- 自転車
- 自動二輪・原付
- 徒歩
- その他

神戸市は高齢者の移動手段の選択におけるこのような変化をさらに分析し、どのようにすれば都市部において、徒歩や公共交通がより高齢者にとって魅力的な移動手段となりうるかを考えなければならない。アクセシビリティや高齢者のための設備の不足、公共交通の安全性への関心の欠如が、重要な課題としてあるのかもしれない。

神戸市はまた、少ない環境負荷で高齢者のモビリティを支援する既存および新たな技術の利用支援を検討する必要がある。1つのアイデアとして、高齢者がオンデマンドでバスサービスにアクセスしやすくなる、ICTの活用が挙げられる。

日本全体が超高齢化社会の課題に直面している中、政府と民間企業の双方が、新たなモビリティツールを開発するために注力してきた。例えば2012年、国土交通省は電動車椅子や電動原付二輪・四輪車の広域利用等の、超小型モビリティユニットの検討のためのガイドラインを発表した。神戸市が交通計画の中でこれらの技術の広範

な利用可能性を検討することを、UIIIは推奨する。

3.5次世代自動車の普及促進

代替燃料や次世代自動車の普及促進は輸送関連のGHG排出量の削減において大きな役割を果たす可能性がある。こうした車両にはハイブリッド、プラグインハイブリッド、電気自動車、燃料電池自動車が含まれる。

これらの車両はまた、上記のモビリティ戦略において重要な役割を果たす可能性がある。神戸市はすでに次世代自動車の促進を環境未来都市構想に組み込んでいる。これには、水素を代替燃料として考える水素タウン計画の開発が含まれる。

車両技術のもう1つの革新的な潜在的利益は、それらを大規模な災害時に緊急電気供給源として利用するという可能性である。いくつかの自動車メーカーがすでに、2011年

の東日本大震災と津波後に経験した問題への対応においてこの可能性をさらに進めている。これは電力供給という不可欠なサービスにおいて神戸市が講じている他の災害対応策にさらなる災害対応力を提供する（ソリューション5を参照）。

これらの次世代自動車の広範な市場投入には、すべてのレベルの政府および自動車メーカー、インフラ提供会社、自動車のユーザー、その他のステークホルダーの協調が必要となる。さらに、都市と地域当局は、特に必要なインフラ開発の支援面で重要な促進役となるであろう。これには電気自動車やプラグインハイブリッド車の充電ステーションや、水素製造、輸送、供給のためのインフラ（図10を参照）が含まれる。

短期的には、神戸市は以下のさまざまな施策を検討することができる。

- 神戸市が所有する車両と公共交通ネットワークに次世代自動車の利用を拡大する。これは公共バスに神戸バイオガスを利用している現在の施策を基盤とするこ

図9：超小型モビリティの分類



出所：国土交通省（2012年）「超小型モビリティ導入に向けたガイドライン」より



とができる。これにはまた、物流会社等の次世代自動車の主要なユーザーとの連携の機会を見つけていることが含まれ、連携により、インフラ開発の初期コストを分担することが可能となる。

- ・ 次世代自動車の利用、特に都市部での短距離移動（例：カーシェアリング制度）や地域のタクシーを支援する。
- ・ 都心部で、次世代自動車向けの乗り入れ規制を緩和し駐車施設を優先利用させる。

3.6 エコドライブのすすめ

車両の燃料消費はドライバーの運転技術と行動に強く影響される。したがって、神戸市はゆっくりした加速と過度のアイドリングをしないことの効果に関するドライバーの認識を向上させる必要がある。この活動には、ドライバーのトレーニングや低燃費ドライビングコンテスト等の公共による施策が考えられる。



図10：ソーラー水素ステーション

4. ナレッジベース経済の発展

神戸市環境未来都市構想で、「エネルギーと文化に満ち、人々、物、知識の中心としての」未来都市のビジョンを構築した。このビジョンを策定する中で、神戸市が持つ広範な知識と資産を活用して、グリーンイノベーション、防災、医療研究等の重要な課題のためのイノベーションの中心となることのできる可能性を提案した。国際コンテナ戦略港湾としての阪神港を強化することにより、地域のみならず国の双方の経済発展に寄与するものとなる。

神戸市は、スーパーコンピューター「京」（[コラム1](#)を参照）や神戸医療産業都市（[コラム5](#)を参照）の成功事例等に代表されるように、ナレッジベース経済の成長のための多くの重要な資産を持っている。これらの既存の資産を使って現在の産業を成長させ、新たな産業とビジネスをひきつけることができる。

UIIチームは神戸市のナレッジベース経済推進に向けてのビジョンと行動を高く評価している。UIIは神戸市が国内外の企業との現在の対話を継続し、ナレッジベースのセクターへの産業界からの投資促進の機会を獲得し続けるよう提案する。

同時にUIIは、企業がグリーン技術投資先の立地選定にあたって、その都市の持続可能性に関する評価に重きを置く傾向が強まっているという事実に注目している。UIIチームは神戸市が、環境未来都市構想の下に持続可能性と経済発展の目的をさらに統合させることを提案する。これにより、グリーン経済の発展における神戸市のリーダーシップが高まるであろう。

5. 防災・震災復興におけるリーダーシップ

拡大する都市部への自然災害や気候変動の影響によるリスクが高まる中、災害に対する強靱性はますます重要な考慮事項となっている。神戸市は1995年の阪神淡路大震災からの復興の知識と経験を伝え、移転してきた。これには、レジリエンスの高いインフラや管理システムを構築し、震災が起こった場合の影響を軽減することが含まれている。神戸市はこの知識の移転が、日本国内と世界の両方の、都市の持続可能性とレジリエンスに大きく貢献することを望んでいる。実際、この国際的な貢献は神戸市の環境未来都市構想の目的として明記されている。

このプロセスに貢献するため、UIIはCASBEE-Cityツールを過去のデータに適用し、1995年の震災以降の復興努力の全体的な影響を追跡した。1990年から1995年には、大震災の被害と経済活動の停滞による直接の影響より、神戸市のBEEスコアは1.5（グレーの点）から1.3に低下した（[図11](#)を参照）。復興が進むにつれて、BEEは改善し、現在のポジションまで到達している。1995年から2005年までの10年間の改善はわずかなものに見えるが、ここでの蓄積が2005年から2010年の大きな改善につながったのであろう。

これは神戸市のように資源が豊富な都市でも（資源の豊富さから迅速かつ効果的な復興計画を実施できた）、社会福祉や経済活性化には長い時間がかかることを示している。

また、神戸市の知識のもう1つの側面である、強靱なインフラシステムの構築により将来に震災が起こった場合の影響を軽減することの重要性を浮き彫りにしている。

神戸市では「神戸市危機管理センター」により、レジリエンスを確立し、将来の震災の

負の影響を最小限にする施策を進めている。この努力には、災害に強い都市インフラの整備、先端技術を活用し建築基準を強化することによる耐震性の向上、市民への教育と市民の力の動員が含まれる。

さらに、遠隔通信と上下水道システムのさらなるネットワーク化により、一部の施設が被害を受けてもサービス提供を継続できる能力を向上させている。また、学校や橋等の公共施設の耐震化を推進し、緊急時にも、再生可能エネルギーを活用した自立分散型電力供給の促進により、エネルギー提供の確保を目指している。

神戸市はすでに、その知識と教訓を国際的に移転するための行動を開始している。例えば、神戸市は国際協力機構（JICA）と協力して、都市が大震災のリスクに直面しているアジア太平洋地域のインドネシアにコミュニティベースの市民組織グループの概念を移植している。

UIIは神戸市による国際的な知識移転を支援するための方策を2つ提案する。

- 神戸市の災害復興とレジリエンスに関する経験と教訓を、同様の課題とリスクに直面している市や都市の首長を対象とした、1つの報告書または事例報告書にまとめる。
- 主要な都市のネットワーク（例：CITYNET⁵）を通じて報告書を配布し、神戸市への訪問プログラムも併せておこなう。これにより、その他の都市が、神戸市が実施した対応を直接見ることが出来る。

注釈

⁵ <http://www.citynet-ap.org>

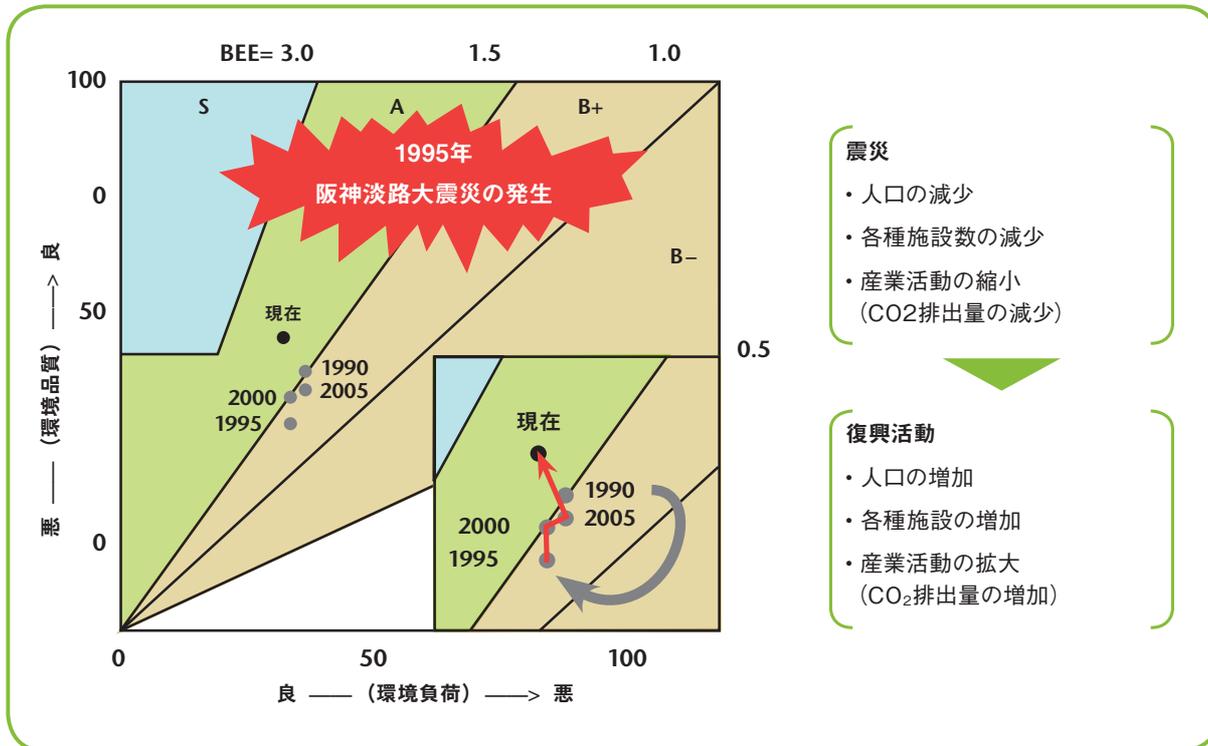
コラム5

神戸医療産業都市

1998年より開始した神戸医療産業都市は「都市再生プロジェクト」や「関西イノベーション国際戦略総合特区」など国の指定を受ける国内有数のプロジェクトとして、2012年現在、神戸ポートアイランドにおいて、14の中核施設と200社を超える医療関連企業が集積する日本最大のバイオメディカル・クラスターへと成長している。

神戸医療産業都市は医療関連産業の集積と新産業の創出をはかり、神戸経済の活性化、高度な医療サービスの提供による市民福祉の向上にも取り組んでいる。

図11: CASBEE-Cityによる震災後の神戸市復興の歩み



出所: 慶応義塾大学伊香賀研究室 (2012年)

おわりに

WBCSDのUIIは神戸市と協力して、持続可能な都市の実現に向けた施策を検討してきた。推奨する主要な施策は以下のとおりである。

1. CASBEE-City (持続可能性評価ツール) を使って、神戸市の環境、経済、社会的性能を向上する方法を明確にし、進捗状況を見える化する。
2. 建物のエネルギー効率改善の促進、再生可能エネルギー技術採用の拡大、地域エネルギー管理システムの促進により、エネルギーの生産と消費に伴う温室効果ガスの排出量を削減する。
3. 持続可能なモビリティ戦略の実行を通じて、高齢化社会のニーズを満たすことに特に重点を置いて、神戸市民のための安全で信頼性の高い、環境にやさしいモビリティを提供する。
4. ナレッジベース経済の発展を促進することにより、神戸市の産業創出、活性化、魅力の創造に貢献する。

村上周三名誉教授からのメッセージ



一般財団法人建築環境・
省エネルギー機構 (IBEC) 理事長 /
東京大学名誉教授

村上周三

国の未来都市構想では、「誰もが暮らしたいまち」「誰もが活力のあるまち」をコンセプトとしています。そのような意味では、神戸市

は、「非常に魅力にあふれていて、経済も活性化し、1995年の大震災からの復活も遂げている」という印象を多くの日本人が持っていると考えられます。

神戸市が、活力ある街へと改革を遂げたのは、自治体と市民が現在と未来の行方について同じビジョンを持っているからです。

また、神戸市は、世界から震災復興について注目され、尊敬されている。この力を東日本大震災からの復興や発展途上国で起こっている自然災害など、再生のモデルを世界に示されることが望ましいでしょう。

経済と社会の問題として、医療産業やスーパーコンピューター「京」等、潜在的な力を持っています。このことを社会発信する際に、クリエイティブな人材を活用し、技術とイノベーションの主導的な中心になることを明示することが重要です。

交通の問題では、神戸市と日本は超高齢社会を迎えることを十分に考慮していかなければなりません。いくら公共交通を整備しても、それだけでなく、その設計と運営の中に高齢化した交通弱者を考慮に入れることが必要です。神戸市が高齢化した市民のモビリティを改善するような新たな機会やモデルを検討し続けていただければと思います。

CASBEE-Cityは社会、経済、環境という3つの基本路線に基づいて日本で開発されましたが、世界共通で使用できるものです。それぞれの国によって状況は異なりますが、都市の持続可能性評価については、このツールをカスタマイズしながら、基本は似通った指標で評価していくことが、相互比較する上で望ましいでしょう。

謝辞

本報告書の著者は、本報告書の提供が神戸市の持続可能な開発に貢献できれば幸いと願っている。神戸市、村上名誉教授、伊香賀教授を始め、本報告書にご協力いただいた多くの関係者、およびUIIプロジェクトにおける日本の窓口である日本ファシリティ・ソリューション (JFS) に感謝を申し上げる。

持続可能な発展のための世界経済人会議 (WBCSD) について

持続可能な発展のための世界経済人会議 (WBCSD) は、産業界、社会、環境の持続可能な将来を創ることを目指した、世界の産業界をリードする、先見の明を持った企業のCEOによる組織である。WBCSDはメンバー企業と共に、定評あるトップクラスの考え方や効果的な啓蒙活動により、建設的ソリューションを導き出し、共同して行動します。産業界の主導的な提唱者として関係各方面との強力な関係を活用して、WBCSDは持続可能な発展のソリューションのための協議や政策変革を促していく。

WBCSDは約200社のメンバー企業で構成され、すべての産業セクター、すべての大陸にまたがっており、合計売上高は7兆米ドル (630兆円) を超える。WBCSDはこれらのメンバーに持続可能な発展に関する問題の経験とベスト・プラクティスを共有するためのフォーラムを提供し、現状を変える革新的なツールを開発している。WBCSDはまた、60の国と地域の経済団体やパートナー団体とのネットワーク (多くの組織は発展途上国に拠点がある) から恩恵を受けている。

<http://www.wbcsd.org>

免責事項

この出版物は、WBCSDの資料として発行されている。その他のWBCSDの出版物と同様、UIIセクターのメンバー企業の幹部と事務局メンバーの共同の努力の結果である。UIIのメンバーがドラフトを確認し、この文書がWBCSDのメンバーの意見の過半数を広く反映していることを確認している。

Copyright © WBCSD, April 2013

ISBN: 978-3-940388-99-5

写真提供: 123rf.com、本田技研工業、日産自動車、トヨタ自動車、Wikipedia、CC BY-SA (Creative Commons Attribution, Share Alike) HalfrainとGorekunによる、<http://www.energypicturesonline.com>

日本語版作成: 2013年4月

UII members

共同議長会社



建築資材のグローバル企業で、世界中50カ国を超える顧客や地域に高品質な製品と持続可能なソリューションを提供している。



電気、天然ガスだけでなく、省エネルギーと環境サービスの部内で、個人、都市、企業に高効率で革新的なソリューションを提供している。



都市インフラの持続可能な開発、効率的な製品、ソリューション、財務モデルについての、都市のグローバルパートナー



WBCSDは、CEOのリーダーシップによる持続可能な発展を支援する約200社のグローバルな企業連合組織である。WBCSDの任務は、資源制約のある世界において、イノベーションと持続可能な発展を世界的に実現することに貢献することである。

メンバー企業



再生可能なエネルギー、持続可能なインフラ、水資源サービスの創出、開発、管理におけるリーダー企業で、持続可能な開発に積極的に貢献している。



専門的、技術的、管理サポートのサービスを提供し、世界の建築、自然、社会環境の強化と維持に努めている。



建築用ガラス、自動車ガラス、ディスプレイ、エレクトロニクス&エネルギー、化学品などを中心にグローバルに事業展開。



発電からエネルギー供給、取引、ネットワーク管理まで、電力バリューチェーンの全ての領域で活躍しているエネルギー産業のリーダー企業で、天然ガスチェーンでも事業を拡大している。



世界最大のオートバイメーカーであり、自動車生産のリーダーである。自動車から発電、クリーンエネルギー生産製品まで幅広い製品を提供している。



自動車、海洋機器のグローバルメーカーであり、関連サービスも提供する。



多様な健康と福祉の企業であり、ヘルスケア、ライフスタイル、照明における専門市場、消費者市場を対象としている。



エネルギー管理におけるグローバルリーダーで、エネルギーを、家庭、建造物、産業施設、データセンター、電力ネットワーク全体で、安全、信頼性の高い、効率的、生産的、グリーンなものとするためのソリューションを提供している。



決められた日時に確実に届ける正確なサービスにフォーカスして、世界中にモノと書類を運ぶリーダー企業。



革新的で品質の高い製品とサービスの製造と提供を通じて社会の持続可能な発展に貢献する、グローバル自動車企業。



ハイテク製品とサービスを、商業建造物および航空宇宙産業に提供している。
Carrier, Otis, Fire & Security, UTC Power, Pratt & Whitney, Hamilton Sundstrand, Sikorsky

日本におけるお問い合わせ先
日本ファシリティ・ソリューション (株)



<http://www.j-facility.com>

www.wbcd.org



World Business Council for Sustainable Development

4, chemin de Conches, CH-1231 Conches-Geneva, Switzerland, Tel: +41 (0)22 839 31 00, E-mail: info@wbcd.org
1500 K Street NW, Suite 850, Washington, DC 20005, US, Tel: +1 202 383 9505, E-mail: washington@wbcd.org

www.wbcd.org