

記 録

文書番号	SCJ第22期-260820-22680700-037
委員会等名	日本学術会議 土木工学・建築学委員会 低炭素建築・都市マネジメント分科会
標題	第22期 低炭素建築・都市マネジメント分科会記録
作成日	平成26年(2014年)8月20日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

この記録は、日本学術会議の第三部土木工学・建築学委員会低炭素建築・都市マネジメント分科会審議結果を取りまとめ公表するものである。

低炭素建築・都市マネジメント分科会

	氏名		所属職名
委員長	吉野 博	(第三部会員)	東北大学名誉教授
	花木 啓祐	(第三部会員)	東京大学大学院工学系研究科教授
副委員長	加藤 信介	(連携会員)	東京大学生産技術研究所教授
幹事	伊香賀俊治	(連携会員)	慶應義塾大学理工学部教授
幹事	羽藤 英二	(連携会員)	東京大学大学院工学研究科教授
	浅見 泰司	(連携会員)	東京大学大学院工学研究科教授
	柏木 孝夫	(連携会員)	東京工業大学ソリューション研究 機構教授
	小澤紀美子	(連携会員)	東海大学教養学部特任教授
	越沢 明	(連携会員)	北海道大学名誉教授・一般財団法人 住宅生産振興財団顧問
	塚原 健一	(連携会員)	九州大学大学院工学研究院教授
	中上 英俊	(連携会員)	株式会社住環境計画研究所代表取締役 会長
	長谷見雄二	(連携会員)	早稲田大学理工学術院教授
	林 良嗣	(連携会員)	名古屋大学大学院環境学研究科 持続的共発展教育研究センター長・教授
	深尾 精一	(連携会員)	首都大学東京都市環境学部名誉教授
	福井 秀夫	(連携会員)	政策研究大学院大学教授
	船水 尚行	(連携会員)	北海道大学大学院工学研究院教授
	梅干野 晁	(連携会員)	放送大学教授
	南 一誠	(連携会員)	芝浦工業大学工学部教授
	村上 周三	(連携会員)	一般社団法人建築環境省エネルギー 機構・理事長
	野城 智也	(連携会員)	東京大学生産技術研究所教授

米田 雅子 (連携会員) 慶應義塾大学先導研究センター
特任教授

本資料の作成にあたっては以下の方にご協力を頂いた。

松本 忠 経済協力機構 (OECD) 国際協力局 企画官

要 旨

1. 作成の背景

- 低炭素建築・都市の実現へのアプローチは、環境の時代にあって社会的に重要な課題の一つである。
- 良好な環境の実現とエネルギー消費節減の観点から、低炭素型建築・都市の実現やエリアマネジメントの手法について検討することが重要となっている。

2. 現状及び問題点

- 建築物単体については、技術的課題も整理され、その克服も緒に着いており、法制度などの整備も進んでいる。
- 一方、都市のコミュニティスケールで見た場合、低炭素への道程は単に単体建物での対応をコミュニティスケールで集合させれば、事足りるとして済ますことはできない。
- 単体建物にはない、交通やエネルギー供給、廃棄物処理など様々な都市機能があり、この都市機能が単体建物を支えている。また、こうした都市機能と建物単体の関係、あるいは単体建物同士の相互関係などを整理、調整し、マネジすることが必要とされる。コミュニティスケールでの対応は、ステイクホルダが多様、且つ多数となり、そのマネジメントに関しては、何が課題であるかという、問題の所在の整理すら十分に行われていない。
- 多数、多様なステイクホルダが関係するため、これらの人々の間で、コミュニケーションを円滑に行うため、低炭素建築・都市マネジメントに共通する概念を整理、定義する必要がある。

3. 審議記録の内容

- 対象とする都市のコミュニティのスケールに関して議論し、問題解決の必要の高いスケール、あるいは問題解決の道筋の出発点となるべきスケールを定義する。

- 低炭素建築・都市の実現に関わると思われる共通概念に対して、その定義を明らかにする。
- 今回は特に重要と思われる 11 の基本概念に関して、その整理を行った。
- 次に、低炭素建築・都市の実現に関わる課題整理として、①学術・技術的課題、②法制度と行政的課題、③政策課題、④平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災が露わにした課題、の 4 つにカテゴリー分けし、それぞれのカテゴリーにおける代表的な課題について、これを吟味した。
- 学術的・技術的課題では、①いわゆるコンパクトシティに関わるもの、②人口低減、過疎化などに関連し、既存のコミュニティをスマートにシュリンクさせるスマートシュリンクに関わるもの、③エネルギー使用量や行政的コスト等、目に見える負荷の削減だけでなく、スマートシュリンク、コンパクトシティに共通する目に見えない価値が見える化し、この増大を計るもの、④コミュニティスケールでの交通政策、⑤マネジメントするコミュニティ単位に関し、必ずしも地理的要因のみで定まっていない行政単位に対し、より地理的要因を重視することにより、マネジメントを効率化する提言としての水系単位の導入、⑥エネルギー使用に関するグループマネジメント、⑦低炭素をキーとする防災、環境問題などに関して、課題整理を行う。
- 法制度、行政的課題としては、①現状の法制度、行政的対応、②低炭素化のマネジメントで参考となるであろう、防災性能を増進させる目的の市街地整備事業での課題と対策、③所有と税制の課題、④合意形成のための制度設計の課題などに関して、課題整理を行う。
- 政策課題としては、現在の日本における重要な政策課題である、①エネルギー基本計画の課題、②需要サイドにおける課題、③ライフサイクルの視点に立った課題などに関して、課題整理を行う。
- 大規模災害が低炭素化及ぼす影響に関しては、①東日本大震災での経験に基づく課題、②同じくその復興計画における低炭素化の視点、③大震災を契機にした公的機関、行政における課題認識などに関して、課題整理を行う。
- これらの課題に関する考察から、最後に今後の低炭素建築・都市マネジメントへの課題に関して整理し、考察を行う。

緒 言

低炭素建築・都市の実現へのアプローチは、環境の時代にあって喫緊の課題の一つである。本分科会は、「低炭素建築・都市マネジメント分科会」の名のもとに、これまでの学術会議での成果を踏まえ、良好な環境の実現とエネルギー消費節減の観点から、低炭素型建築・都市の実現やエリアマネジメントの手法について検討することを目的として発足した。また、震災復興との関連における低炭素建築・都市のあり方について審議するとともに、原発事故による新たな課題にも対応するために Adaptation（適応）や Mitigation（緩和）の観点から、建築・都市における低炭素化への道を探ることについても目的とした。

低炭素化の対象は建築と都市であるが、建築物単体については低炭素化の技術的課題が克服され法制度などの整備も進んでいる。一方、都市のコミュニティスケールで見た場合、低炭素への道程は建築物単体に比べてステイクホルダが多様、且つ多数となり、そのマネジメントや合意形成は複雑であり時間を要することから困難を伴うことも多い。また関連する要素が建築物単体に比べ多岐にわたるため、統合されたる具体的な低炭素コミュニティのイメージが必ずしも明確にされているとは言い難い。

都市のコミュニティは、生活の場であるだけでなく生産の場でもあり、これらの活動を支える交通と流通の場でもある。また常時の利便性の向上のみならず、それとは裏腹となる災害などの非常時における脆弱性の増大への対策も急務である。これらの要素は、都市コミュニティの発展に伴い多様化、複雑化しており、建築物単体の低炭素化に比べ、その実現の困難さは大きい。以上のように低炭素都市の実現には多くの課題が山積している。

本分科会では、12回の会議を開催し、主として都市やコミュニティを対象とした低炭素化に関する国の動きをレビューした上で、①都市規模での低炭素社会形成の論点、②レジリエントでサステナブルな国土と社会に向けたスマートシュリンク、③健康性・知的生産性に見える化による建築・都市の低炭素化、④東日本大震災後のグリーン建築／グリーン都市の普及促進、⑤法制・税制から見た市街地再編の課題、⑥山間地災害危険区域におけるスマートシュリンクの実現可能

性、⑦密集市街地における再編、⑧OECD グリーン成長スタディとコンパクトシティ政策、などをテーマとした議論をおこなった。

また、2013年11月28日には本分科会主催のシンポジウム「未来を担う低炭素コミュニティの構築」を開催し、低炭素コミュニティを構築する上での課題について整理した。

本報告書は、分科会委員からの以上のような話題提供とそれに対する議論、並びにシンポジウム「未来を担う低炭素コミュニティの構築」における報告と議論を踏まえて、低炭素建築・都市に関連するキーワードについての概念の定義、学術的・技術的課題、法制度と行政的課題、政策課題、大規模災害が露わにした課題などについて、分科会委員の執筆により、取りまとめたものである。

目 次

1.	分科会の目的	12
(1)	対象とする空間のスケール	14
(2)	用語の解説	15
①	低炭素	15
②	スマートコミュニティ	15
③	スマートグリッド	16
④	コンパクトシティ	17
⑤	環境負荷の社会的コスト	18
⑥	外部性の内部化	18
⑦	機会均等と再分配	19
⑧	性能評価	19
⑨	規制と誘導	20
⑩	環境に対する人間の行動原理と可塑性	20
⑪	レジリエンス (Resilience)	21
2.	学術的・技術的課題	23
(1)	低炭素に関わるコンパクトシティ構想	23
(2)	OECD でのコンパクトシティ評価	25
(3)	スマートシュリンクシティで実現する豊かさ	26
(4)	低炭素社会の見えない価値	28
(5)	低炭素型の交通政策	29
(6)	水系単位で考える低炭素化	31
(7)	低炭素化のための能動的制御	32
(8)	低炭素化とヒートアイランド緩和	33
(9)	防災と低炭素化	35
3.	法制度と行政的課題	37
(1)	低炭素の関連制度	37

(2)	基準法集団規定に見る性能化	38
(3)	市街地再編を実現する法制（所有権と税制の問題）	39
(4)	合意形成を促す社会制度	41
4.	政策課題	43
(1)	エネルギー基本計画と低炭素	43
(2)	エネルギー需要と低炭素（需要サイドの省エネルギー政策）	44
(3)	建築・都市の低炭素化におけるライフサイクルの視点	46
5.	大規模災害が露わにした課題	50
(1)	大規模災害の教える低炭素化	50
(2)	復興と低炭素化（復興計画に盛り込む低炭素化）	51
6.	低炭素建築・都市マネジメントを展開するための課題のまとめ	53
7.	結語	59
<参考>	低炭素化に関連した行政対応	60
(1)	省庁における審議会などからの答申	60
(2)	低炭素都市関連の法律等	63
(3)	モデル事業、助成事業	63
<参考文献>		65

記録の執筆者及び分科会内査読者

各章の執筆者

- | | |
|--------------------------|-------|
| 1. 分科会の目的 | 吉野 博 |
| (1) 対象とする空間のスケール | 羽藤英二 |
| (2) 用語の解説 | |
| 低炭素 | 南 一誠 |
| スマートコミュニティ | 中上英俊 |
| スマートグリッド | 柏木孝夫 |
| コンパクトシティ | 花木啓祐 |
| 環境負荷の社会的コスト | 福井秀夫 |
| 外部性の内部化 | 福井秀夫 |
| 機会均等と再分配 | 福井秀夫 |
| 性能評価 | 伊香賀俊治 |
| 規制と誘導 | 塚原健一 |
| 環境に対する人間の行動原理と可塑性 | 小澤紀美子 |
| レジリエンス (Resilience) | 野城智也 |
| 2. 学術的・技術的課題 | |
| (1) 低炭素に関わるコンパクトシティ構想 | 花木啓祐 |
| (2) OECD でのコンパクトシティ評価 | 松本 忠 |
| (3) スマートシュリンクシティで実現する豊かさ | 林 良嗣 |
| (4) 低炭素社会の見えない価値 | 伊香賀俊治 |
| (5) 低炭素型の交通政策 | 羽藤英二 |
| (6) 水系単位で考える低炭素化 | 船水尚行 |
| (7) 低炭素化のための能動的制御 | 野城智也 |
| (8) 低炭素化とヒートアイランド緩和 | 梅干野晁 |
| (9) 防災と低炭素化 | 長谷見雄二 |
| 3. 法制度と行政的課題 | |
| (1) 低炭素の関連制度 | 浅見泰司 |
| (2) 基準法集団規定に見る性能化 | 加藤信介 |

(3) 市街地再編を実現する法制（所有権と税制の問題）	福井秀夫
(4) 合意形成を促す社会制度	浅見泰司
4. 政策課題	
(1) エネルギー基本計画と低炭素	柏木孝夫
(2) エネルギー需要と低炭素（需要サイドの省エネルギー政策）	中上英俊
(3) 建築・都市の低炭素化におけるライフサイクルの視点	村上周三
5. 大規模災害が露わにした課題	
(1) 大規模災害の教える低炭素化	米田雅子
(2) 復興と低炭素化（復興計画に盛り込む低炭素化）	越澤 明
6. 低炭素建築・都市マネジメントを展開するための課題 のまとめ	伊香賀俊治
7. 結語	吉野 博
<参考> 低炭素化に関連した行政対応	吉野 博
分科会原稿査読者	深尾精一

1. 分科会の目的

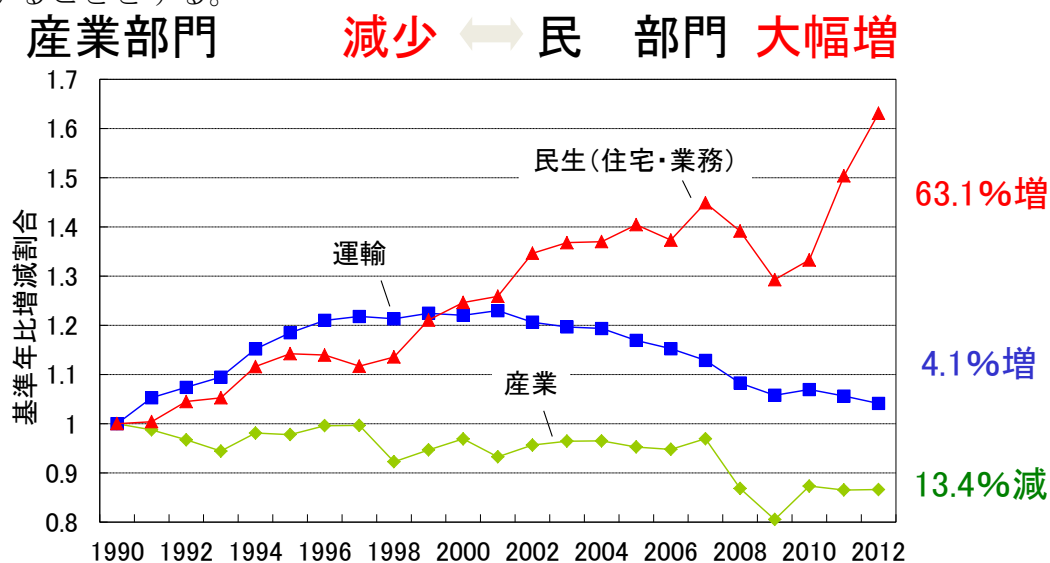
我が国における二酸化炭素（CO₂）排出量は、削減のための様々な施策を導入しているにもかかわらず増加の一途をたどっており、1990年と比較すると2012年の排出量は14%の増加となっている。分野別の排出量で見ると、2012年では家庭部門と業務その他部門を含む民生用が39.5%（家庭：16.9%、業務その他：22.6%）を占めている。また、排出量の年変化を1990年の値との比較で部門別に示すと図1の通りとなり、民生用の排出量の伸びが極めて大きいことが分かる。基準年と比較すると63.1%の伸びである[1]。近年の急激な増加は、原子力エネルギーの利用がほぼゼロとなったためである。

低炭素建築・都市の実現へのアプローチは、このような時代にあって喫緊の課題の一つである。本分科会は、20期（2005、10-2008.10）に設けられた「建設と社会分科会（委員長：村上周三）」^{注1)}、並びに21期（2008、10-2011.9）に設けられた「低炭素建築・都市分科会」（委員長：村上周三）と「社会資本分科会（委員長：浅見泰司）」^{注2)}における成果を踏まえ、良好な環境の実現とエネルギー消費節減の観点から、低炭素型建築・都市の実現やエリアマネジメントの手法について検討する。また、震災復興との関連における低炭素建築・都市のあり方を審議するとともに、原発事故による新たな課題にも対応するためにAdaptation（適応）やMitigation（緩和）の観点から、低炭素化への道を探ることを目的とする。

ここで扱う低炭素化の対象は建築と都市であるが、建築物単体については低炭素化の技術的課題の克服が進んできており、ステイクホルダが比較的少数であることから意思決定は明快に行われやすい。また法制度などの整備が進んでおり、その進行は加速されつつあるように思われる。一方、都市のコミュニティスケールで見た場合、低炭素への道程は建築物単体に比べてステイクホルダが多様であり、且つ多数となり、そのマネジメントや合意形成は複雑であり時間を要することから困難を伴うことも多い。また関連する要素が建築物単体に比べ多岐にわたるため、個々のハード的な技術的課題も多いが、これらの課題が統合される具体的な低炭素コミュニティのイメージが必ずしも明確にされているとは言い難い。都市のコミュニティは、生活の場であるだけでなく生産の場でもあり、これらの活動を支える交通と流通の場でもある。また常時の利便性の向上のみならず、そ

れとは裏腹となる災害などの非常時における脆弱性の増大への対策も急務である。これらの要素は、都市コミュニティの発展に伴い多様化、複雑化しており、建築物単体の低炭素化に比べ、その実現の困難さは大きい。

以上のことから、本分科会では冒頭に述べた目的に向けて、また国の低炭素建築・都市に係る政策を踏まえた上で、未来を担う低炭素コミュニティの構築のための課題を整理する。なお、なお、本課題は、我が国のみならず世界各国の都市を対象として議論されるべきものであるが、本委員会では主として国内の問題に限定することとする。



データ: 環境省ホームページ(我が国の温室効果ガス排出量)より作成

図1 基準年との比で示した二酸化炭素排出量の部門別経年変化[1]

注1) 対外報告「民生用エネルギー消費量削減に関する政策提言」を作成

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t38-3.pdf>

注2) 両分科会で記録「低炭素化に向けた経済・社会・エネルギーのあり方と実現のシナリオ」を作成

<http://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/kiroku/3-110930-7.pdf>

(1) 対象とする空間スケール

都市やコミュニティを対象とした低炭素コミュニティの実現を考えていくうえで、その空間のスケールを次の3段階で定義する。

① 建築単位

低炭素コミュニティの実現を考えていくうえで、材料、構造、設備の建築レベルの技術革新がもたらす低炭素効果は少なくない。また低炭素型建築計画の導入による建築のトータルデザインも同様である。ユーザーの視点にたてば、見える化やポイントインセンティブ導入といった建築物レベルの排出CO₂情報のフィードバックもこれに含まれる。また建築物の製造から廃棄まで含めたライフサイクルレベルでの低炭素化も重要な視点であろう。CO₂排出が多い建築物の建て替えインセンティブの設計も効果があると考えられる。

② 街区単位

次に街区レベルでの低炭素コミュニティの実現では、風の道に代表されるトータルの熱管理計画について減築などの方法がすでに提案されると共に、駐車場の共同化や再配置による車利用のコントロールと、トラムやコミュニティバスの街区への挿入などが街区レベルでの低炭素施策として考えられている。暮らしのレベルで自動車依存から公共交通などの遅い交通へのモーダルシフトを実現する方策を中心に低炭素型コミュニティの技術開発が進められているといえよう。

③ 都市単位

都市単位でみると、TOD(トランジットオリエンテッドディベロップメント)の導入によるコンパクトシティの実現が有効とされており、その実現に向けて、公共交通ネットワークと連動した居住地整備が進められている。またその誘引策としての住み替えインセンティブの導入が検討されている。またコンパクトシティの外部効果として交通混雑が発生することから、こうした問題を緩和するロードプライシングなどの技術開発や低炭素志向の交通ネットワークの整備などが都市レベルでの課題といえるだろう。

①建築単位、②街区単位、③都市単位の低炭素施策が、各階層ごとに実施されると共に、これらが総合的かつ効果的に組み合わせられた低炭素施策の立案が求められている。たとえば、建築単独での低炭素策がいくら導入されたとしても、それだけで低炭素コミュニティが実現するわけではない。都市圏レベルでみた重点

的な住み替え施策の導入やそのためのプログラムデザイン、街区単位の施設配置計画を組み合わせることで、より効果的な低炭素コミュニティの実現が可能になる。さらに、モビリティレベルでは電気自動車の導入や新たな公共交通のサービス水準の向上が、エネルギーレベルではバイオマスなどの導入に加え、近年では水素コミュニティの実現に向けた街区整備にも注目が集まっている。社会実験まで含めた施策が、建築、街区、都市単位で検討されている。

(2) 用語の解説

① 低炭素

低炭素あるいは低炭素化とは一義的には、地球温暖化に影響を与える二酸化炭素の排出抑制を指す。平成 24 年 12 月に施行された「都市の低炭素化の促進に関する法律」において、「都市の低炭素化」とは、都市における社会経済活動その他の活動に伴って発生する二酸化炭素の排出を抑制し、並びにその吸収作用を保全し、及び強化することと定義されている。一方、低炭素社会に向けた住いと住まい方推進会議（経済産業省 国土交通省 環境省）が平成 24 年 6 月に発表した推進方策中間とりまとめでは、「低炭素社会」とは、単にエネルギー消費量や CO₂ 排出量を節約・削減することのみを目的として掲げる社会ではなく、むしろ、エネルギー効率の改善やエネルギー供給における低炭素化を通じ、増大する世界のエネルギー需要への対応、熱帯雨林などの豊かな生態系や生物多様性の維持、異常気象や気候変動に起因するリスクへの適応など、今後持続可能な社会を実現していく上で必要となる多様な課題への対応を図っていく社会であるというように、広い目的を持ったものとして捉えている。

本記録においても、低炭素（化）とは、地球環境の持続可能性の実現に資する二酸化炭素の排出削減、吸収増大などの行為や状態を幅広く意味するものとしている。

② スマートコミュニティ

海外でのこの言葉の定義はわが国のそれとはやや異なっているように思われる。スマートコミュニティの概念が最初に登場したのは 1993 年で、アメリカのシリコンバレーだったそう。そこでは当時の不況を乗り越えるために、シリコ

ンバレーの企業家たちが中心になって、地域の人々、政策担当者、教育関係者らが一体となり、地域の再興に立ち上がった時の連帯を表したそう。例えば「スマートコミュニティとは、情報技術を用いて、その地域内に暮らす人びとの生活や生業をより良いものに変えるような地域共同体を作ることにある。」などと定義されている。例えば、カナダにおけるスマートコミュニティを目的としたプログラムには、

健康/医療、環境マネジメント、教育/学習、交通/運輸、情報、公的サービス、ツーリズム、政府や自治体へのアクセスサービス、居住環境などが挙げられている。

また、EU では当時はこうは呼ばれておらず、テレシティとかユーロピアン・デジタル・シティーズと称されていた。[2]

一方わが国ではこれらの動きから約十数年遅れて、経産省の指導のもと、2010年4月にNEDOを事務局として、スマートコミュニティの実現のため官民一体となった活動の推進を目的に「スマートコミュニティ・アライアンス」が組織されている。

ここで上記の海外に比べて大きく異なるのは、エネルギーが重要な対象となっている点である。ここでのスマートコミュニティの定義は、「新しい社会インフラであり、新しいまちづくりのコンセプト」で、①新しい情報ネットワーク、②新しいエネルギーシステム、③新しい交通システム、④快適性と省エネを両立した新しいまちづくりであるとしている。[3] さらに最近では、もっぱら、エネルギーシステムのスマート化に特化した意味でつかわれる機会が圧倒的に多いようである。このような使われ方に対して、疑問を呈する解説も散見される。[3]

③ スマートグリッド

最近では、「スマートグリッド」という新たなエネルギーインフラが注目されている。スマートグリッドとは、太陽電池や風力発電などの再生可能エネルギー系の電力を既存の系統制御に最大限に取り込むことができる次世代送配電システムである。現在、世界各国のいずれにおいても化石燃料系や原子力などのメガインフラが中枢を成している。中国では電力全体の80%を石炭火力が占め、こ

れら系統からの電力を同時同量制御システムでデマンド側に流し込んでいる。これからはその系統制御が変わってくる。

日本を例に取れば、現状では電信柱に 6.6 キロボルトの送配電システムを設け、引き込み線で 100 ボルト、200 ボルトに分けて家庭に送り込んでいるが、このシステムが変わる。各家庭の太陽電池などで発電された電力が系統制御に入り込み、いわば電力に下からの噴出し口ができた形になってくる。その場合、電信柱にも ICT（情報通信技術）を装着し、デマンド側でどの程度の発電が成されているかを検知する必要が生ずる。各家庭にもスマートメーターと呼ばれる ICT の計器をつけて、太陽電池などのデマンド側からの逆潮流をすべてチェックする。ICT を活用することでメガインフラとデマンド側を双方向で管理する電力の新しい系統制御を作り出すことになる。その結果、再生可能エネルギーを最大限取り込むことでエネルギーコストを将来大幅に削減できるシステムが生まれ、人々に豊かさゆとりのある暮らしがもたらされる。

④ コンパクトシティ

コンパクトシティは集約都市とも呼ばれ、その定義が厳密に確立し制度的に規定されているというよりは、都市の長期的なマスタープランの中でその形態と機能に関するビジョンとして用いられるものである。

コンパクトシティの政策は日本だけでなく多くの国で取られており、ほとんどの OECD 諸国で政策の要素となっている[4]。コンパクトシティが通常有する特徴としては、①高密度で連担した開発が行われ、都市的土地利用と農村的土地利用がはっきり分かれており、公共空間が確保されていること、②公共交通機関が発達していることによりモビリティが高く、効果的に市街地が利用されていること、③混合的な土地利用が行われ、地域のサービスや職場までの到達が徒歩と公共交通機関で容易である、といった点が挙げられる[5]。

もっとも、都市の発達の歴史や社会の状況は国によって異なり、コンパクトシティの特徴や政策目的の重点は異なる。わが国の場合、高度経済成長期を中心としてスプロールの開発が生じ、都市の外縁部が低密度で拡大した都市が多い。人口が減少する中で、中心市街地の活力や行政サービスが低下するという問題の深刻化が懸念されている。都市をコンパクトな形態にし、公共交通機関を活用する

ことによって地域の活力と行政サービスを維持するとともに、エネルギー消費を低下させることがめざされている。これらの結果として、利便性と環境負荷の両面でコンパクトシティが優位性を示すことが期待されているが、効果の実証は未だ十分ではない。

⑤ 環境負荷の社会的コスト

経済社会的な活動一般には、それに要する物品の調達費用、従事する者の労力・時間など、当事者が負担する「私的コスト」のほかに、活動の内容によっては、公害被害、地球環境への影響など、第三者にもたらすコストが掛かる。これらを合わせて、「社会的コスト」という。逆に、ある活動が、当事者以外の第三者に利益を与えることもある。当事者の得る利益のほかに第三者にもたらす利益が生じるとき、これらを合わせて、「社会的便益」という。例えば、大気汚染や二酸化炭素の排出をもたらす製品の製造に関して、汚染・排出に対する規制や、被害者救済の法的義務がなく、被害者と製造者との間での被害軽減に関する交渉も困難だとすれば、被害、すなわち汚染・排出のコストを製造者が自ら負担する場合と比べて、製品は過大に製造され、社会的コストはより大きくなる。逆に、ある活動に伴い、第三者に利益がもたらされるにも拘らず、それに対する対価が支払われないときは、その活動は過少になり、社会的便益はより小さくなる。このような場合、第三者に対する負の影響を「負の外部性」、正の影響を「正の外部性」と呼ぶ。環境負荷の適切なコントロールのためには、このように、社会的コストが当事者に自覚されないことによって過度の活動水準となるときには、それを抑制することが必要となる。

⑥ 外部性の内部化

正の外部性があるとき、ある活動は過少となり、負の外部性があるとき、その活動は過大となる。最適な活動水準は、前者では、私的コストと社会的コストを一致させる水準、後者では、私的便益と社会的便益を一致させる水準であるとされる。このような差異的活動水準を達成するためには、その水準に影響する活動や、その価格付けに対して、政府や自治体が「規制」を加えること、外部性の程度に応じた課税や補助金を通じてその水準を達成すること（これらを「ピグー税」、

「ピグー補助金」という)、汚染権取引等の市場を創設して市場取引を通じてその水準を達成すること、当事者間の交渉を促してその水準を達成することなどの手法が存在する。このような営みを「外部性の内部化」という。低炭素コミュニティの構築の観点からは、炭素税、環境税、混雑税などの内部化手法を想定することができる。

⑦ 機会均等と再分配

外部性の内部化などに伴って、十分な支払い能力のない者の負担が増大する場が生じうる。例えば、ピグー税は、私的コストと社会的コストを一致させようとする場合の一つの考え方であるが、これを厳格にすべての当事者に適用すると、所得分配、福祉の観点から、耐え難い苦痛を特定の者にもたらしることが生じるかもしれない。また、外部性がない場合でも、一定の所得層の者が特定の利便性の高い製品やサービスにアクセスしようとする、支払い能力に欠ける高価な負担が生じるため、それらを十分に享受できない、ということが生じるかもしれない。この意味で、社会的効率性、環境低負荷型社会の実現という命題と、所得分配の公正という命題とは、時にトレードオフの問題を発生させる。しかし、この解決のために、価格付けや負担そのものを調整して公正を実現しようとする、その程度に応じて非効率や環境悪化を招いてしまう。より望ましい所得分配の公正の実現手段は、生活保護など、生存権保障の一環として、必要な扶助を行う一方、価格付け等の操作を最小限に止める手法であると言われる。

⑧ 性能評価

建築、街区、都市を対象とした性能評価の手法として、国土交通省の主導のもとに開発された建築環境総合性能評価システム（CASBEE：Comprehensive Assessment for Built Environment Efficiency）がある。評価対象とする街区、都市を取り囲む仮想閉空間の内部の環境・社会・経済で構成される環境品質・活動度 Q (Quality) と、 CO_2 排出量に代表される環境負荷 L (Load) の二つの側面を評価し、最終的に Q を L で除した環境効率で総合性能を表示でき、低炭素建築・都市の性能評価手法として、国、自治体、民間で幅広く活用されている。

⑨ 規制と誘導

規制と誘導は、適切な土地利用などを実現するために、行政が使用する手段である。規制は、主に法律等の規定により、土地利用などに制限をかけるものである。一方、誘導は、権利に制限をかけるのではなく、インセンティブの付与等により、土地利用などを望ましい方向に導くものである。今後の人口減少・高齢化、財政悪化に伴うインフラ維持更新の困難化、低炭素化の必要性を鑑みれば、居住地域のコンパクト化は不可避である。これまでの我が国の居住地域の適正化は、拡大を前提とした新規立地が主な対象であり、市街化区域・市街化調整区域の線引き等による規制が有効であった。一方、既成居住地域においてコンパクト化を図るためには既存居住者に対する働きかけが必要であり、規制による移転の促進などは困難である。例えば災害の事例であるが、土砂災害特別警戒区域からの移転を勧告する制度があるが、移転勧告が出された実績はなく、土砂災害特別警戒区域からの移転が行われた事例は全国 26 区域全てにおいて、誘導策である住宅・建築物安全ストック形成事業が活用されている[6]。このように既存居住者に対しては、規制は有効な手段ではなく、補助や助成といったインセンティブによる誘導政策が有効である。

近年、集約都市（コンパクトシティ）形成支援事業等、地方公共団体や民間事業者等に対する誘導策が導入されているが、個人の移転に対する直接的な誘導策は限定的である。我が国では伝統的に個人資産への公的助成は抑制的な対応がとられてきたが、中長期的に見た居住地域のコンパクト化による社会的費用の削減も考慮した、総合的な判断による既存居住者に対する誘導策を検討していく必要がある。

⑩ 環境に対する人間の行動原理と可塑性 [7]

地球環境問題がクローズアップされるに従い、「環境教育」が必要と言われはじめ、国際的な取組でも環境教育にかかわる提言と実践が蓄積されてきている。日本では 2003 年に環境教育推進法が制定され（現在は改定されて環境教育促進法）、文部科学省や環境省などの関連省庁で、環境教育を推進することで環境に対する行動を「地球に・環境にやさしい行動」に変えようと、学校教育や社会教育で推進されている。ただし、環境教育とは環境問題を教えることではなく、環

境の問題の背景や構造を理解した上で、どのように行動を変えると効果があるのかが理解されていないと、人間は「楽な行動」へと流れてしまう。これまでも環境家計簿や「こまめに電気を消しましょう」など経済的な視点からの行動転換を促し、さまざまに温暖化防止に向けての行動を変容させる「学びの場」が設定されてきているが、その効果の測定は厳しい状況でもある。

しかし地球温暖化効果ガスによる異常気象現象に何かおかしい、という懸念が働いてきているのも事実である。IPCC の第 5 次報告でも、気温の上昇、降水量の変化など様々な気候の変化、海面の上昇、海洋の酸性化などを生ずる可能性があり、災害、食料、健康などの様々な面で影響が生ずることが予想されている。具体的な行動変容を求めるためには教育や学びの方法を変えていかなければならない。

日本では、知識を一方向的に注入する（伝達）教育が主流を占めているが、地球環境を考えるには、「絶対に正しい解」が存在するのではないので、体験や参加を重視した「対話型実践的アプローチ」（正統的周辺参加論を基底にもつ参考文献(6))によって、共感性と行動変容に対しての協同性・協働性を促していく方法を取り入れていく必要がある。

⑪ レジリエンス (Resilience) [8]

英語 Resilience は、Oxford Dictionary によれば、「後ろへ跳び退く」を意味するラテン語 *resilire* を語源とし、材料などが、曲げたり、圧縮したあとで元の形に復することができるという意味、及び、人や動物が難しい条件のなかで堪え忍ぶもしくは急速に回復するという意味を持っている。今世紀に入り、自然・環境大災害の頻発し、地域社会が如何にショックや危機から早く立ち直るのか？という課題が問われることになった。その結果、実務上も、また各学術分野においても、生態システムがもっている復元力のアナロジーから課題解決の糸口を見付けようという指向が高まり、Resilience という言葉が多用されるようになった。都市に関しては、複雑かつ大規模な人工物であり、物理的システムの復元性、生態的システムの復元性に加え、「システムを不安定化させるショックの影響を最小化するため、臨機応変にその形態や機能を再編成させるシステム能力」という意味も包含する。Jack Ahern は、多機能性、冗長性と部分交換性、生態的・

社会的多様性、様々なスケールでのネットワーク及び接続性、 適応性の高い設計・計画などが都市の Resilience を高めると主張している。

なおレジリエンスという言葉は、上記の語感を含みつつ、「強くてしなやかな」国をつくるためのキーワードとして、「強靱化」の同義語として用いられていることもある。用法として、たとえば、国民の生命と財産を守り抜くため、事前防災・減災の考え方に基づき、「レジリエンス（強靱化）」に関する国の総合的な施策を推し進める、などが挙げられる。

2. 学術的・技術的課題

(1) 低炭素に関わるコンパクトシティ構想

二酸化炭素排出の原因となるエネルギー消費のうち、運輸部門については、コンパクトシティはその効果が期待できる。都市の集約化によって利用者の密度が増大することにより、鉄道を中心とした公共交通機関が十分なサービスを提供し、営利事業としても運営が可能になる。一定以上の乗車率で運行されるなら、鉄道は自家用自動車による移動に比較して移動量あたりのエネルギー消費量は小さくなり、エネルギー消費の面で効率的となる。大都市ほどは利用客が多くない都市では、LRT(Light Rail Transit)のような新しいタイプの魅力ある軽軌道システムの導入が可能である。人口規模が更に小さく鉄道の導入ができない場合でも、都市をコンパクトにすることによって自動車による移動距離を短縮することができ、エネルギー消費の低減が可能になる。

一方、家庭、事業所など建築物のエネルギー消費に関しては都市を集約化したからといって、論理的な帰結としてエネルギー消費が減少するわけではない。コンパクトシティによって高密度の地区を形成し、エネルギーと熱の需要特性が異なる業務系と住宅系の両者に対する地域冷暖房やコジェネレーションを導入し、更に可能であればごみ焼却、下水熱、河川熱などの未利用エネルギーを活用することによってエネルギー消費を低減することが可能になる。

建築物単体のエネルギー消費は、本来都市の集約化とは独立した事柄である。しかし、都市の集約化の機会を捉えて、戸建てから集合住宅への住み替え、また環境性能の高い住宅およびオフィスの建設を進めることができれば、エネルギー消費が減少する。

低密度で拡大してしまった都市をコンパクトな形に集約することは都市部周辺に空地を産み出すことを意味する。この空地をかつてのように緑地に戻し、量的には大きくはないが二酸化炭素の吸収を促進することもありうるし、さらに積極的にこの空地を低炭素化に活用するのであれば、二酸化炭素の排出を伴わない再生可能エネルギーによる発電を行うことが考えられる。メガソーラーによる太陽光発電を自然と調和したかたちで導入することができれば、相当程度の電力を昼間には供給することができる。もっとも、戸建て住宅を集合住宅化することに

よって都市の集約を図る場合、住宅規模の太陽光発電を設置する屋根面積が減少してしまうという側面もある。

このようにコンパクトシティが環境面、とりわけ低炭素の面で優位性を発揮するには単に建築物の立地を集約するだけではなく、集約化の機会をとらえて建築物の環境性能を高めるなど、他の方策も合わせて導入することが必要になる。

そのような観点から、低炭素まちづくり計画の区域内においておこなわれている「集約都市開発事業」の制度[9]では、交通のみならず建築物由来の二酸化炭素、更に緑化による二酸化炭素の吸収を併せて行う事業に対して補助が行われている。

コンパクトシティがもたらす別の大きな利点は生活の質の向上という付加価値である。店舗や医療サービスが近くにあり、利便性が高ければ、それは生活の質の向上につながる。また、日常の行動を徒歩や自転車で行うと、自動車の場合に比べて近隣地域のコミュニティが活性化する可能性もある。また、自動車の運転が困難な高齢者にとっても、コンパクトシティは優位性がある。

しかし、一方で密度の上昇や土地利用用途混合により生じる交通混雑、住環境の悪化は生活の質を低下させる懸念要因であり、注意が必要である。

低炭素都市の実現性において最も重要なことは、利便性や魅力の向上と組み合わせることである。単に省エネルギーだけではそこで得られる経済的な利益は大きくない。低炭素都市は持続可能な都市を形成するということであり、そのなかでコンパクトシティ政策はそれを体現する一つの手段である。

このようなコンパクトシティの最大の課題は、居住地の変更、あるいは戸建て住宅から集合住宅への住み替えがなかなか実現しないことである。行政にとっては除雪などのサービスやインフラの維持費用が軽減されることが利点であるが、事業者や住民にとっては必ずしも利点が明確ではない。補助金などの優遇策は既にあるものの、居住地や居住形態を変更するということに対する物理的、心理的抵抗を克服して、コンパクト化を実現するためには、更なるインセンティブの付与、あるいは郊外部における新規立地の抑制・規制が必要であろう。

(2) OECD でのコンパクトシティ評価

OECD におけるコンパクトシティ政策に関するプロジェクトは、2009 年 6 月の「グリーン成長に関する宣言」を受け、2009 年から 2011 年にかけて日本政府の任意拠出金によって実施された。和訳報告書「コンパクトシティ政策——世界 5 都市のケーススタディと国別比較」も出版した[10]。

コンパクトシティは、現代の都市政策を考える時に最も議論されている概念のひとつである。コンパクトシティにはさまざまな形があるが、この報告書では、高密度で近接した開発形態、公共交通機関でつながった市街地、地域のサービスや職場までの移動の容易さがコンパクトシティの主要な特徴だと考えた。

近年、コンパクトシティ政策が都市戦略の一部を構成するケースが増えており、国際機関や学術研究団体は、都市計画に対するこのアプローチの重要性に注目した。コンパクトシティの概念についてはまだ論議を呼ぶところもあるが、都市の環境と経済両面での持続可能性を高めることができることから、現在 OECD 諸国の政策全般の原動力となっているグリーン成長の目的を達成するうえで一定の役割を担うことを期待した。

プロジェクトの目的は、コンパクトシティの概念、今日の都市の文脈からみたその役割、コンパクトシティのもたらしうる成果に対する理解を深めることだった。また、国、地方、市町村がグリーン成長目標を追求して空間戦略を策定・実施するうえで、経済や環境の課題に取り組む際の「考察の材料」になることも意図した。したがってこの報告書は、OECD のグリーン成長研究に貢献する資料のひとつと位置づけられる。プロジェクトは OECD 公共ガバナンス・地域開発局のグリーンシティプログラムと緊密に連携して実施されたものであり、この報告書はこのプログラムにも寄与している。OECD 諸国を対象としていたため、提言は主として OECD 諸国の政策立案者に向けたものになっている。しかし、研究結果や提言の多くは、特に都市化が急速に進む国をはじめとする非加盟国の政策立案者にも意味を持っている。

この報告書は、下記①から⑫に示すように、コンパクトシティの概念、今日の都市状況におけるその役割、コンパクトシティ政策のもたらしうる結果をより分かりやすく提供した。また、OECD 各国におけるコンパクトシティ政策とグリーン成長目標との関係や政策実施状況を追跡する上での各種指標の役割を検討し

た。さらには、よりよい結果を得るためのコンパクトシティ戦略やアイデアを提案するとともに、実際にコンパクトシティ戦略を実施する際のガバナンス上の課題を明らかにした。

- ① 最近の都市の動向が改めて示すコンパクトシティの必要性
- ② コンパクトシティは、さまざまな持続可能性目標を効果的に達成できる
- ③ 政策立案者は、環境面だけでなく経済の観点からもコンパクトシティを考える必要がある
- ④ コンパクトシティ政策は、相互に補強し合うさまざまな面において都市の持続可能性の達成に役立つ
- ⑤ ただし、悪影響の可能性についても慎重に検討する必要がある
- ⑥ コンパクトシティ政策は、環境と経済のメリットを結びつけてグリーン成長に貢献できる
- ⑦ ただし、コンパクトシティ政策の結果を追跡するには定量研究と指標が必要になる
- ⑧ ほとんどの OECD 諸国は国と大都市圏の両レベルで何らかのコンパクトシティ政策をとっている
- ⑨ 地域の実情によって異なる政策対応が求められる
- ⑩ 政策手段を適切に組合せることで、いくつかの政策目標を達成できる
- ⑪ コンパクトシティ政策戦略のための五つの提言
 - 提言 1 : 明確なコンパクトシティ目標を設定すること
 - 提言 2 : 高密度の近接した開発を促すこと
 - 提言 3 : 既成市街地を「改装」すること
 - 提言 4 : 都市の多様性と生活の質を高めること
 - 提言 5 : 悪影響を最小限に抑えること
- ⑫ 大都市圏のガバナンスの主な役割

(3) スマートシュリンクシティで実現する豊かさ [11]

地震で建物が倒壊リスクの高い軟弱地盤上、津波や洪水のリスクの高い土地に人々が住んでいる。災害リスクの低い固い地盤で高台にあっても、車の普及によりスプロール状に郊外化して散らばって住んでいる。名古屋 20km 圏では、500m

メッシュごとの1人あたりの市街地維持費用（公共投資額）は、最低9,000円／人から900,000円／人までの差があることを、人々は知らない。この100倍もの差を放置しては、現世代は生きていくことができるかもしれないが、都市財政を脅かし、将来世代の生活を脅かす。

スプロールは自動車利用を促し、CO₂やPM、NO_x、CO等の排出を増加させる。これに対して、コンパクトシティが良いとされる。しかし問題は、いかにしてコンパクトシティを実現するかである。その有力な戦略が、スマートシュリンクである。それは、高いクオリティ・オブ・ライフ(QOL)が得られ、同時に市街地維持費用の少ない土地に集結することである。都市全体を、QOL/市街地維持費用（一般化費用便益比と呼ぶ）の高い地区を「集住地区」、極めて低い地区を「撤退・自然回帰地区」、中間地区を「緩衝地区」にゾーニングして、2100年までに「集住地区」への移転完了を目標にベンチマークを定め、段階的に計画的撤退・集結を推進する。

QOLは、経済機会、生活・文化機会、アメニティ、安全・安心、低環境負荷などの要因に左右される。しかし、経済機会や生活・文化機会の高い鉄道駅近傍においては、建物がバラバラでアメニティが低く、入居した翌年に目の前を塞ぐ建物が建ってしまう。そのため、住宅の平均寿命は、鉄筋コンクリートのマンションを含めて約31年と極めて短く、都市景観は三流国化した。

スマートシュリンクは、それ自身が居住適地のQOL保証を伴う自律的運動でなくてはならない。

「集住地区」では、街区単位でクオリティストック化を図る。これまでの個々の地主が勝手に建築することを改めるために、31年後の街区内建物群のデザインを提出させる。1)隣棟間隔、2)緑被量、3)建物耐震・耐火・低炭素度、4)災害時避難、などの項目を評価して、すべてにA評価をとれば四ツ星として、地主には固定資産税と相続税の31年間免除、三ツ星なら半額、住民税も免除、半額として、クオリティストック形成促進のインセンティブを与える。この基準を満たすには、戸建て住宅よりもテラスハウスのような構造が有利となり、実容積率が2～3倍に上昇し、現在の地主以外の人々が居住可能になり、住民税の減免により若い家族も入居し、超高齢社会に対して絆社会を実現していく手法にもなる。

スマートシュリンクは、コンパクトシティなどの理想都市を静的に描くだけでなく、レジリエンシーとサステナビリティを両立できる都市空間の動的達成過程の方法論を示すものである。スマートシュリンクシティで実現する豊かさとは、集団としての efficiency を高めると同時に、個人にとっての sufficiency[11]を高め、これを享受できることである。

(4) 低炭素社会の見えない価値

2014年5月に公表されたIPCC(気候変動に関する政府間パネル)第5次第3WG報告書にも、見えない健康性や知的生産性などのコベネフィットの見える化が低炭素社会推進に重要であることを指摘している。建築・都市の低炭素化には、初期投資が必要であるが、エネルギー費の削減便益だけで投資回収することは難しく、下記のような見えない価値の見える化が課題である。

① 住宅の低炭素化に伴う健康関連コベネフィットの見える化

住宅の断熱性能を向上するためには高額な初期投資が必要であるが、温帯気候の国々では、暖冷房エネルギー費の削減という直接的便益だけでは投資回収年数が長くなりすぎ、住宅の低炭素化推進の障害となっている。住宅の断熱性能向上は、さまざまな疾病の予防による医療費や休業損失を軽減するというコベネフィットが期待される。例えば、断熱性能の悪い住宅から断熱性能の良い住宅に転居した10,000人の健康調査に基づく既往研究では、新築住宅1戸あたり100万円の断熱性能向上の投資回収年数が、暖冷房エネルギー費削減の便益(3.5万円/年)だけでは29年となるのに対して、健康に係るコベネフィット(2.7万円/年)を含めることによって16年に短縮され、さらに健康保険給付の軽減までを含めることによって11年に短縮されるなど、健康関連コベネフィットの「見える化」が低炭素化推進に有効である。今後、疫学的研究手法を応用しながら体系的なかつ大規模な調査研究を推進して行く必要がある。

② 業務用建築の低炭素化に伴う知的生産性関連コベネフィットの見える化

オフィスビルなど業務用建築の空調温度設定の緩和や新鮮外気導入量の減少は、空調に係るエネルギー費とCO₂排出量の削減に寄与する。しかし、建築外皮や空調システムの改修工事を行わないままに、オフィス執務者に我慢を強いるだけの省エネルギー運用管理は知的生産性を著しく低下させる場合がある。新築時

や改修時における建築外皮や空調システムの性能向上への投資を促すために、知的生産性関連コベネフィットの調査研究を積み重ねて行く必要がある。

③ 都市の低炭素化に係るコベネフィットの見える化

街区・地域レベルの低炭素技術の導入促進のために、限界削減費用分析 (Marginal abatement cost analysis) が各国で用いられている。再生可能エネルギー、面的エネルギー利用などの低炭素技術のさらなる導入を推進するためには、エネルギー費削減などの直接的便益だけではインセンティブが不十分であることが知られている。低炭素都市の形成を促すために、環境価値創出、地域経済への波及、震災時のリスク軽減、普及・啓発、健康性・知的生産性などのコベネフィットの見える化に係る調査研究を積み重ねて行く必要がある。

(5) 低炭素型と交通政策

低炭素型の交通政策を推進していくうえで、モビリティそのものの改良、マクロ/メゾ/ミクروسケールの都市-地域-国土構造の改良が考えられる。モビリティそのものの改良については、1) 水素自動車や電気自動車といった車両そのものの改良、2) 自動車のシェアリングや相乗りマッチングシステムによる公共交通化、3) オンデマンドタイプの需要連動型公共交通ネットワークの整備などが考えられよう。1) についてはエネルギー供給システムと一体的な都市開発が重要であり、2) については共有型サービスが浸透することで可動性を確保した状態で私有される車両台数の削減が期待できる。3) については高齢化が進む地域で需要を束ねる公共交通サービスの開発が急務であり、オークション技術や、インセンティブコントロールといった研究開発が重要になると考える。

次にマクロ/メゾ/ミクロスケールの都市-地域-国土構造については、1) 建築-街区レベルでの交通-空間改変、2) 駅を中心とする中心市街地と郊外の都市構造の改変、3) 地域構造の改変が考えられる。1) については、建築に附置された駐車場を統合して、街区のフリンジ部に設置し、街区内部に公共交通の軸線を挿入することで、交通機関の転換を促進する方法などが考えられよう。ドイツのフライブルク郊外のボウバンにみられるこうした方法は既存住宅の低炭素型リノベーション施策においても有効と考えられる。2) については、トラフィックセルのように、中心市街地の街区を 1km 四方程度のセルとして、周囲は自動車道

とフリンジ駐車場、中は zone30 のような交通静穏化施策を導入するといった空間改変施策が有効と考えられる。自動車のアクセシビリティをある程度確保したうえで、不要な自動車交通を削減し、都市内の回遊性を高める街路事業や公共交通のネットワークとの接続性を確保することで、低炭素型の中心市街地を再構成することが可能になる。3)については需要が疎な広域ネットワークについて BRT などの公共交通をオンデマンドタイプの地域交通と組み合わせることで、車需要を公共交通へと転換する施策が考えられよう。

これに加えて、ロードプライシングなどの車に負のインセンティブを付与する施策や、公共交通の利便性を向上させる駅の改良や、地方郊外電車と路面電車の相互乗り入れといった施策も有効である。E T C などの技術を利用したプライシングは、高速道路に限らず、混雑の激しい一般道路での導入も可能であり、課金に対する合意形成に課題を残すものの、導入することで車から低炭素型の公共交通への転換が期待できよう。一方、公共交通のネットワーク強化については、地方部であれば、郊外電車と路面電車の相互乗り入れや、駅結節部における乗換距離の短縮、サイドリザベーション施策などが有効と考えられる。こうした施策導入は、周辺の交差点改良と合わせて行うことが望ましく、鉄道事業者と自治体などの道路管理者との連携が必要不可欠であることから、様々な補助制度の充実が課題となろう。また都市圏レベルで鉄道整備が非現実的な場合、交差点改良と組み合わせた B R T の導入を駅周辺整備と併せて行うことで、公共交通志向の市街地整備が期待できる。

歩きや自転車といった遅い交通のネットワーク整備については、自動車を前提にした日常生活圏から歩きや自転車での移動を前提にした生活圏域の再構築が期待されている。高齢化社会の進展を考えると、従前の都心-郊外の移動を軸にした都市構造から、自宅周りの病院区を前提にした健康医療福祉都市への構造転換は、低炭素志向なコミュニティの実現に寄与するところも少なくない。

また、こうした施策を導入していくうえでは、モデル地区における制度設計までを包含した社会実験の投入が必要不可欠となろう。都市部や地方部における様々な社会実験を建築-土木-都市技術とモビリティ技術を掛け合わせながら実施に移していくうえでは、ストックボルダーに加え、地域の様々な意思決定主体の合意形成や、財源確保も重要な課題となろう。

(6) 水系単位で考える低炭素化

① 自然の流域の中のさまざまなスケールの人工的な流域

自然の河川流域の中で都市域は水を取り込み、水処理後、配水システムを利用して都市域に分配し、生活や産業活動のために利用し、発生する排水を下水道に代表される管路系を通して集水し、自然の流域に排出できるレベルまで処理したのち排水している。この取水＋浄水処理（水処理）＋配水（輸送）＋水利用＋集水（輸送）＋下水処理（水処理）＋排出というシステムは大きな人工的な水の流れを都市域に作り、一つの人工的な流域を作っている。また、水利用後処理して単純に流域に戻すという単純な一過型の水利用から、水処理技術の進歩によって、都市域においては排水処理後に再利用することが可能となり、多様な水サイクルを都市域で作ることが可能となっている。例えば、下水処理場に集水した排水を処理後、再生水をトイレ用水として再利用するために配水することが行われてきている。また、雑排水（トイレ排水を含まない排水）を建物単位で再生処理してトイレ用水や修景用水として再利用することも広く行われているこのように、都市域においては多様なスケールで人工的な水のサイクルを作ることが可能である。都市の低炭素化を図るという観点から、自然の流域の中で行政単位とは異なる観点からどのようなスケールでどのような水のサイクルを作っていくかが重要な視点となる。

水のシステムは水処理と輸送にエネルギーを使用している。水処理に必要なエネルギーはどのような水質の水を何のために利用するかで水処理システムが定まり、必要エネルギーが決まる。一方、水輸送に必要なエネルギーは水処理施設と水利用先の距離と高低差により定まることとなる。このことから、どのようなスケールの水サイクルを作るかをエネルギー消費の観点から検討することが必要である。

② 排水を熱源として考えた人工的な流域

排水の温度は年間を通して安定し、外気温より夏季は低く、冬季は高いという熱源としての価値を有している。ヒートポンプを用いた排水からの熱回収がすでに実用化され、利用されているが、回収した熱の輸送にエネルギーが必要なこと

から、熱需要家の空間分布と回収熱の輸送の観点からも水サイクルのスケールを検討することが必要となる。

③ 排水資源の回収による低炭素化への貢献

また、排水に含まれる有機物や窒素やリンといった肥料要素も資源としての価値を有している。有機物はエネルギー価値を有しており、バイオマスとしてのエネルギー利用から微生物燃料電池を用いた直接発電まで多様な可能性を有している。窒素やリンの肥料要素の回収もその製造プロセスにおけるエネルギー消費を減らすことから間接的に低炭素化に貢献することが可能となる。このような回収資源の物流を考慮したスケール検討も重要な視点である。

(7) 低炭素化のための能動的制御 [12][13][14][15]

BEMS (Building Energy Management System) は、「ビル等の建物内で使用する電力使用量等を計測蓄積し、導入拠点や遠隔での「見える化」を図り、空調・照明設備等の接続機器の制御やデマンドピークを抑制・制御する機能等を有するエネルギー管理システム (一般社団法人 環境共創イニシアチブ)」と定義されている。BEMS は、住宅を対象とした HEMS (Home Energy Management System) とともに幅広く普及する兆しをみせている。

第一世代の BEMS、HEMS は、建物の現況に応じて機器を制御する feed back system であった。一方、近年では、建物の近未来のエネルギー需要など建物状況を予測し、機器や開口部の開閉などを制御し、エネルギーの使用量や、建物内環境を最適化する feed forward system を内包したシステムも現れている。このような Feed forward(予測制御)による先手先手を打った制御は、能動制御とも呼ばれ始めている。

能動制御が可能になった一因は、応用数学やデータ科学の進展、及び内外温湿度・CO₂濃度・照度など多岐にわたるセンシングデータの蓄積によって、近未来のエネルギー需要や、建物の環境条件を精度高く予測できるようになったことによる。例えば、馬郡文平らが開発したシステムでは、コンビニエンスストアのエネルギー需要のピークがいつ、どのくらいの量発生するのか、気象予報をもとに精度高く予測できるようになっている。これは、各種データをヒューリスティッ

クに解析することによって、外気温、天候、来場者予測値などからエネルギー需要をパラメトリックに予測できることによる。

加えて、建物内で用いている機器類の運転データの解析から推定された実作動特性、開口部の開閉や日射遮蔽による熱負荷や換気量の増減データに基づいた説明モデルを参照して、室内の環境条件が閾値を超えないような範囲での「最適制御」を実行していく。

なお、ここでいう最適化とは多目的最適化であり、目的関数間の重み付けは建物の運営者・使用者の裁量による。

馬郡らのコンビニエンスストアにおける能動制御の事例では、建物単体におけるエネルギー使用量・光熱費の最小化が、最も重み付けの高い目的関数となる。一方、荻本和彦らが主張するエネルギーマネジメントシステムにおいては、電力系統全体のピークロードの低減が最も重要な目的関数となっている。

目的関数の設定によって、能動制御システムは低炭素化の有効な手段となりうる。例えば、能動制御を導入した東京大学教養学部「理想の教育棟」では、竣工直後の実績値ベースで、東京大学内建物の平均的な Carbon Intensity ($\text{CO}_2\text{-e kg/m}^2 \text{ year}$) に対して、約 66%減のパフォーマンスを示している。

(8) 低炭素化とヒートアイランド緩和（ヒートアイランド現象のソースコントロール）

ヒートアイランド現象は都市気候の特徴の一つであり、気温の等値線図を描くと、都市では地図の等高線で描いた島のようなことから、ヒートアイランド現象と呼ばれる。このヒートアイランド現象の形成要因は、①土地被覆の改変、②膨大な人工排熱、③大気汚染、が挙げられる。本分科会のテーマである低炭素と、これらの形成要因との関係をまとめてみよう。

この①の都市の土地被覆を構成している建設材料については、建設材料の製造、運搬、建設、そして廃棄の過程で発生する CO_2 を、 LCCO_2 として確認しなければならない。②の人工排熱をいかに減らすかは、都市活動に必要な諸々のエネルギーの総量を減らすことによって低炭素化がはかれる。より CO_2 の総量を抑えるライフスタイルの見直しや、エネルギー利用の効率化、省エネルギー対策が求

められる。また、再生可能エネルギー利用への転換による CO₂ 発生量の削減も重要な課題である。

ここで、もう少し具体的に夏の冷房期における街の中の大気に放出される顕熱、すなわち気温上昇を招く要素について考えてみよう。夏季に建築の室内で冷房が行われているとき、地面や建築の屋根、壁など、建築の外側を構成している全ての面での大気への顕熱と、換気口などから直接大気に放出される顕熱を考える。これらの顕熱が微気候形成の要因となる。

①地面や壁面、窓ガラスそして屋根など建築外部空間を構成する全表面からの顕熱は、日中、日射があたって表面温度が上昇すると、周囲の気温を上昇させる。しかし、冷房した建築のガラス窓面や壁面は、冷房の設定温度が低いほど表面温度は下がる。日射があたらない面では、表面温度は、日中は外気温より低いので、これらの面では外気は冷やされることになる。

②熱交換機から大気に出る顕熱は、熱交換機が顕熱（空冷）式か潜熱（水冷）式かで大きく異なる。潜熱式のクーリングタワーでは、水の蒸発潜熱で熱交換を行っているため、直接大気を暖める顕熱は少ない。また、海水や河川水、下水処理水、地中冷熱を利用した熱交換システムを導入することによって、大気への顕熱負荷を減らすことができる。しかし、排熱される海水や河川の生態系への影響や、地中温度への影響は十分考慮しなければならない。

③屋内から換気によって放出され汚れている冷えた空気は、ヒートアイランド現象の要因とはならず、むしろ外気温を下げる側に働く。

このように、必ずしも建築で冷房することが都市のヒートアイランド現象を招くわけではない。また、コンピュータ、家電機器、冷房に必要な投入エネルギーがどこで作られて、どのくらい CO₂ を発生するかも同時に議論する必要がある。この投入エネルギーの多くは冷房負荷となり、すべてが大気への顕熱負荷になるわけではないことも念頭に入れておく必要がある。

地球温暖化とヒートアイランド現象は混同されることが多い。どちらも人間活動にその原因があることは同じであるが、現象は異なる。すなわち、低炭素化とヒートアイランド対策によるヒートアイランド現象の抑制効果とは必ずしも同じ土俵で議論できないことを認識しておく必要がある。我国では、2004 年にヒートアイランド対策大綱が閣議決定され、昨年には大綱の見直しが行われた。

個々のヒートアイランド対策に加えて、街づくりそのものに目が向けられるようになった。ただ単に個々のヒートアイランド対策を組み込めば良いというわけではなく、環境負荷の小さい快適な街づくりの予測・評価が課題となる。

(9) 防災と低炭素化

低炭素化の課題と可能性を、災害とその対策に関して考えると、次のような課題が浮上する。

① 災害が地球温暖化に及ぼす影響の可能性

①-1) 日常的な災害 個々の社会的影響は大きくないかもしれないが日常的に発生する災害とその対応・回復の過程で発生するCO₂等の影響の把握と、影響が大きい災害の抑制・制御

①-2) 広域的影響が不可避な大規模災害 噴火、大地震、津波、山火事、台風、干ばつでは、市街地、植生等に多大な影響が生じ、その影響は長期に及ぶ場合もあり、長期に亘るCO₂バランスへの影響を始め、地域・地球規模の熱収支に多大な影響を及ぼし得る。なお、災害復旧過程で発生すCO₂も災害規模が大きければ莫大になる。

② 防災対策における低炭素化

火災感知器・消防設備のような機器・設備、公設消防等の防災体制、都市不燃化・堤防・防潮堤等の災害軽減インフラ等、防災対策は住宅から都市・国土のレベルまで合計すれば膨大な量に及ぶ。これらが地球環境に及ぼし得る影響については、有力な消火剤であったハロンの代替、河川改修等が自然環境に及ぼす影響等を除いて、検討された例は少ない。しかし、災害軽減を達成できる手法が複数存在する場合などは、地球環境への影響を手法選択の評価指標とすることも考えられるだろう。影響を及ぼし得る防災対策としての論点は、次の二つで大きく異なるであろう。

②-1) 火災覚知・防災体制のように日常的なエネルギー消費を伴う対策

②-2) インフラのように、多量の資源利用と地形的影響を伴うもの

③ 低炭素化に有効な技術・施策の導入にあたって必要な防災技術の開発

低炭素化との関連で関心が持たれている建築・都市の技術には、木造建築、建築ストック活用など、現行法令では期待されるような活用法が規制されていたり、

活用への法令的枠組が整備されていなかったりするものも多い。建築・都市に関わる規制や法令的枠組には防災・安全性に関わるものが多いので、それらの導入にあたっては、新たな災害要因とならないようにするための検討も必要である。いずれも、広義の防災分野では重要な問題を孕んでいるが、今後、一世代程度の期間での科学技術分野の努力や政策によって、低炭素化や地球環境政策に大きな変化を生み出し得るのは、②-2)や③であろう。防災対策の普及や運用は、公共的政策や法令基準に負うところが大きいのが、それらのあり方の修正が直接的に影響する度合いが大きいのが、②-2)、③だからである。一方、①は基本的には災害の被害軽減の枠組の中で検討されるべき問題であり、②-1)は、従来等閑視されがちだった防災設備類の省エネルギーの向上や防災体制の漸進的効率化によって緩和されるのが自然である。なおコンパクトシティ構想は、低炭素化のみならず災害に対する都市の脆弱性への対策にも有効となる。

低炭素化に関連して言及されることの多い木造、建築ストックの活用については、いずれも防災上、複雑な課題を孕んでいるが、技術的に本質的な困難があるというよりも、長い間、研究開発や制度設計の対象として関心を持たれなかったと見た方が適切である。関連する研究開発の振興だけでなく、新技術の導入を効率的にする、透明性の高い法令基準制度を整備する必要性も大きい。

3. 法制度と行政的課題

(1) 低炭素の関連制度

近年、低炭素に関連する制度は数多く打ち出されている。2013年11月に開催された第19回気候変動枠組条約締約国会議（COP19）では、2020年度の日本の温室効果ガス削減目標として、従来の1990年度比-25%という目標から、2005年度比-3.8%に修正された。ただし、これは原子力発電による温室効果ガスの削減効果を含めずに設定した目標であり、今後エネルギー政策の進展を踏まえて見直すこととなっている。また、2014年4月11日に閣議決定した「エネルギー基本計画」では、東日本大震災や福島第一原子力発電所の被災に伴う社会状況の変化を踏まえて、現行計画の見直しを検討している。また、エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）が2013年5月に改正され、住宅・建築物分野の省エネ対策が強化された。

建物単体での低炭素化に加えて、市街地形態においても、低炭素化を推進する施策が進められている。2012年12月に施行された都市の低炭素化の促進に関する法律（エコまち法）では、減税措置・規制緩和により、低炭素建築物の促進の他、集約化事業や公共交通機関利用の促進が図られている。その考え方をさらに推し進めたのが都市再生特別措置法の改正案（2014年2月閣議決定）である。改正案によれば、市町村は住宅及び医療施設、福祉施設、商業施設その他居住に関連する施設の立地の適正化に関する計画（「立地適正化計画」）を作成することができるとしている。立地適正化計画では、「居住誘導区域」を定め、新規の住宅の建築をその区域内に誘導すると共に、「都市機能誘導区域」を定め、区域内に誘導すべき施設についての都市計画上の緩和措置や民間都市開発推進機構による出資などによる支援を行うことができる。そちらも区域外の建築を事前届出・勧告の対象とすることで、行政指導が可能なように措置されている。

法案では必ずしも明示されていないものの、これらの区域は既存の市街化区域よりも狭い区域となることが意図されている。その意味では、市街化区域の線引きの中に新たな集約区域を定める「第二線引き」ともいうべき区域設定となる。現在の市街化区域は既成市街地もしくは10年以内に優先的に市街化すべき地域ということになっており、定義上、既成市街地がそのまま存続し続けることとな

る。そのため、計画的に市街地を縮小していくツールとはならない。居住誘導区域及び都市機能誘導区域は、今後のまとまった市街地の形成を促進する意図があり、計画的な集約化ツールとなりうる。また、ひいては、低炭素化の推進にも資することとなる。

今後、この誘導区域を運用していくには、なぜ、その区域を設定するのかという根拠を市民に示していく必要がある。一度、集約すべき区域から外れた場合には、その後、誘導区域に編入される可能性は小さい。そのため、線引きの際以上に、客観的な根拠が求められることとなる。このための分析手法やツールの開発、政策手続きの整備などが大きな課題である。

(2) 基準法集団規定に見る性能化

防災性の向上のための密集市街地整備事業は、コミュニティスケールの低炭素化を考えるうえで、環境性能の向上、コミュニティスケールでの合意形成など参考となるところがある。

建築基準法の集団規定（接道義務、道路斜線制限、建ぺい率制限等）は、建築とその外部環境の関係を規制し、これを悪化させないように設けられている。現状の集団規定には「低炭素化」の視点は組み込まれていないが、低炭素化も環境性能の要素の一つと考えることもでき、集団規定になじまないものではない。集団規定は最低限の環境性能を担保するものであるが、現状の社会的技術水準では、対象とする集団的環境性能を直接評価することが難しいことから性能規定化されておらず、仕様規定的要素が強く、建物形態の自由度はその分、制約されている。

建築基準法制定前もしくは脱法的に開発された密集市街地は、地震時に大規模な市街地火災が発生するおそれがあり、防災性向上のための整備・改善が求められる。しかし、そうした街区は狭隘道路と狭小敷地で構成されており、建築基準法の集団規定による規制が厳しく作用し、建て替え不可能もしくは合法的に建て替えると従前よりも建築ボリュームが小さくなってしまい、事業採算性が見込めず建て替え困難な場合が少なくない。集団規定が想定する環境性能が担保されれば、この仕様規定的制約を緩和することには一定の合理性がある。実際、建築基準法には、街区レベルの環境性能が担保されれば、特例手法を活用して、集団規

定の仕様規定的制約を緩和する措置がある。具体的には、街並み誘導型地区計画、建ぺい率特例許可、法第42条第3項による道路指定、連担建築物設計制度、法第43条ただし書による許可等の「協調的建て替え特例手法」（大規模除却型の共同化事業ではなく、地権者合意を前提に一般の建築規制を性能規定的に置き換えたローカルルールに従って、区域内の各敷地において個別に建て替えを進める手法）である。

現在、このような特例手法については、運用基準の作成を困難と感じ活用を躊躇する地方公共団体が多い。これは街区レベルの環境性能（火災安全性能や、日照・採光、換気・通風等の住環境性能）を科学的・定量的に性能評価する方法が定まっていないこと、また「必要最低限の街区レベルの性能」自体が性能規定として不明確なことがあるためと考えられている。こうした現状に対し、国土交通省国土技術政策総合研究所は、平成22～25年度事項立て研究「密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発」を行い、集団規定が規定する仕様規定の性能を定量的に明確化し、この必要最低限の街区の環境性能が確保できるかどうかを具体的に予測・評価する手法を開発している。これは協調的建て替えルールの策定やそのための地権者の合意形成の場面で、行政担当者やまちづくりコンサルタントが、実際の建て替えルールの代替案について必要最低限の街区性能が確保できるかどうかの判断を可能にし、密集市街地における整備・改善を目的とした協調的建て替え特例手法の活用の普及を図るものになると期待されている。

(3) 市街地再編を実現する法制 所有権と税制の問題

通勤、通学、業務移動、物流等に伴う交通インフラへの負荷、エネルギー・通信インフラへの負荷といった様々なインフラのネットワーク効率性の観点からは、都市の基本構造は、一定のコンパクトな範囲に外部性なく収まっていることが望ましい。

都市縁辺部の密度の薄いインフラ投資・管理費用を中心部の土地所有者や、一般納税者が負担すると、縁辺部の土地利用自体が一種の負の外部性を発生させることになる。このような外部性の内部化の最もオーソドックスな手法は、受益の及ぶ当該地域の範囲を超えて、それ以外の者に費用の負担が生じないような、言

い換えれば、フリーライドが生じることによって非効率なインフラ投資・管理が生じてしまうことを抑止するような費用負担構造にすることである。これが徹底されれば、縁辺部にあえて居住し続ける理由は小さくなり、中心部への集中居住が促進される。

具体的には、土地の固定資産税という保有税を、本来の目的に即して、当該地域のインフラ投資・管理財源とすることを徹底するならば、外部性は内部化され、結果として都市中心部へのインフラの集中と、それに伴う利便性の変化によってやはり中心部への集中居住が進展する。

この原理は、災害のリスクに備えるための安全性への投資に関しても応用できる。地震、津波、液状化のリスクなど、一定の立地や土地条件ごとに、災害に対する脆弱性は異なる。このようなリスクに応じて固定資産税負担が適切に調整されているならば、税負担は一種の保険料の支払い的な意味を持ち、高額な安全投資を行うか、より安全な場所に移住等をするか、という選択が行われていくことになる。このような意味でのリスクの適切な負担は、より多くの人命と財産を守る方向に機能するだろう。

土地税制を、外部性を内部化するように適切に運用し、各種投資を受益に見合うように調節するならば、無駄な投資を抑えて、地域の価値を向上させることができ、環境負荷も軽減する。また、建物固定資産税など、建物保有税は、一種の投資阻害税制として機能しているため、一定の危険、有害、環境阻害といった要因に基づきピグー税として賦課される場合を除き、都市構造の再編、中心部への集中居住の阻害要因となり、低炭素コミュニティ構築を妨げることから、課税自体の合理性を欠く。同様に、土地がより有効利用される者に移転するのを妨げる効果を持つ登録免許税、不動産取得税、印紙税などの流通税も、やはり居住や機能の集中を妨げて低炭素コミュニティ構築を妨げることから合理性がなく、これらは本来手数料実費を超える部分は撤廃すべきものである。

また、都市中心部の木造住宅密集地域のように、細分化され複雑な権利関係が残存している地域では、環境改善、防災性向上、地の利を生かした土地の有効利用を図ることに実益があるが、土地所有権等の権利細分化のために、そのための権利調整コストが膨大となっている。全面買収型の事業手法導入、収用権の活用、地域全体での一定の特別多数決による土地利用更新などによって、都市構造の再

編、低炭素コミュニティ構築の受け皿となりうるよう、適切な権利関係の整除と負の外部性の軽減に努めるべきである。

なお、縁辺部、中心部、それぞれの土地利用の課題、環境負荷対策上の課題を実現していくうえで、生活経済圏と一致しない過度に細分化されすぎた自治体の単位のあり方は障害となりうる。固定資産税の課税主体が自治体であることも踏まえれば、課税主体、インフラの投資・管理主体、土地利用規制権限行使主体は、生活経済圏に合わせて極力一致させるべきものである。

(4) 合意形成を促す社会制度

グループで合意形成をしなければならない局面はしばしば発生する。例えば、集団での意思統一をしなければならない場合には、過半数で議決をするなど何らかの民主的な手続きが用意されていることも多い。ただ、実際には、合意形成の方法自体が明示されておらず、そのために手続きについてさえ紛糾し、合意形成には至らないようなケースも散見される。

社会で低炭素化を進めていくためには、様々な集団単位での意思統一が必要となる。例えば、建物において、BEMS（ビルのエネルギーマネジメントシステム）を導入するかどうかについては、所有権者や利用権者の合意が必要となる。面的にコジェネレーションを導入する場合には、対象地区全体での合意形成が必要となる。しかし、この場合の合意形成については、特段の社会的なルールがあるわけではない。

社会的なルールが定まっているのは、法的に組織形成が定められている場合である。例えば、会社法では株主総会の決議は議決権の過半数の株主が出席し、その議決権の過半数で決することになっている。民法では共有物管理について持分価格（割合）に従ってその過半数で決することになっている。ただし、より重大な議決にあっては、特別多数決が導入されており、会社の定款変更では2/3以上で議決、区分所有法でマンションの建替え決議は4/5以上というように比率が変わる。合意が成立してしまうことによる損失と合意が成立しないことによる損失の合計を最小化するには過半数決議が最適であることが Guttman(1998) [16]により示されているが、現実の法制度では現状を変えることに対してより慎重に制度が組まれていることが多い。

合意形成で全員が一致すれば良いがそうでないと投票によって決めざるを得ない。上のルールでは、賛成・反対を投票で定めることを想定しているが、実際には、3つ以上の選択肢がある場合には、投票方法によって、結果が変わる可能性があることが知られている。さらに、意図的に投票方法を操作することで、誰にとっても悪い選択肢を選ばせることすら可能になる。このため、合意形成においては、その決議要件としての比率を決めるだけでは足りず、合意形成の細かな手続きも決めておかないと紛糾の種になりかねないこととなる。

今後、コミュニティにおける合意形成がますます重要になることを鑑みると、合意形成手続きも含めた緻密なルールの制定が必要になる。このための適正な方法論に関する研究も重要な社会技術研究課題である。

4. 政策課題

(1) エネルギー基本計画と低炭素

東日本大震災に伴う原子力災害及びその後のエネルギー政策の混乱を契機に、エネルギー基本計画の改訂が計られた（2014年4月11日閣議決定）。新しい基本計画改訂における主要なポイントは以下の3つである。

まず1つめが、原子力も含めた各エネルギー源の位置付けであり、特に電源構成において、「原発ゼロを目指す」としていた民主党政権時代の方針を転換した。安全性を全てに優先させることを前提に、原子力規制委員会が世界で最も厳しい規制基準に適合すると認めた原発の再稼働を進めることも明記している。

一方、再生可能エネルギーも、低炭素で国産のエネルギーであることから、地球温暖化対策にも、エネルギー安全保障にも貢献する。太陽光、風力、水力、地熱など多様で、新たな産業、市場、雇用の創出も期待できる。「2013年から3年程度、導入を最大限加速していき、その後も積極的に推進していく」ことが、今回の基本計画に明記された。閣議決定の直後に設置された「再生可能エネルギー等関係閣僚会議」も、そのためのものであり、その創設に関しても、今回の基本計画に示されている。

2つめのポイントは、エネルギー政策の基本的視点として、国際的な視点と経済成長の視点を加え、それらの重要性を強調したこと。これまでの3E+S（エネルギーの安定供給、経済効率性の向上、環境への適合、安全性）に、新たな2つの視点を明示したことは、具体的な政策を考えていく上で、極めて意義深い。

そして、この新たな視点の1つである経済成長と深く関わるのが、3つめのポイントの規制改革である。現在から2018～2020年ころまでを、「安定的なエネルギー需給構造を確立するための集中改革実施期間」と位置付け、そのことが今回の基本計画に明記されている。電力、ガス、熱の供給システムの改革が進められ、ガス会社が電力も売り、電力会社もガスを売り、石油会社は電力もガスも売るようになる。そして、エネルギー関連サービスを総合的に手掛ける「総合エネルギー企業」が創出されるというのが、最終的に目指すところである。

経済成長には規制改革が不可欠である。経済成長は規制改革によって成されると言ってもいいだろう。農業や医療などと同様に、エネルギーは規制改革による

経済成長を大いに期待できる分野である。自由化などにより新規参入が増えて市場が活性化し、エネルギー以外の事業と組み合わせたチェーンビジネスによる新市場も広がる。

既に電力システム改革は先行して進められており、第1段階の「広域的運営推進機関の設立」を定める改正電気事業法が、昨年11月に成立している。電力系統を広域的に運営する同機関を、2015年までに設立することを目指す。

第2段階の「小売りおよび発電の全面自由化」を定める改正案も、2年後の2016年の実施を目指す。さらに最終の第3段階として、「法的分離による送配電部門の中立性の一層の確保」、いわゆる「発送電分離」を2018～2020年までに実施するための改正案を、来年の通常国会に提出することが目指されている。

これらの改革が進むことで、新たな市場の創出が大いに期待される。国内の電力市場の規模は約16兆円。現状では、その96%強を、地域独占の電力会社の大規模集中型電源が占めている。電力システム改革により、そのうちの3割程度がコジェネレーション（熱電併給）システムや再生可能エネルギーなどの分散型電源を用いる新電力などに置き換われれば、約5～6兆円の市場が開放され、新たなビジネスチャンスが生まれることになる。

電力という万国共通の良質な商品と、新規参入者が強みとしている商品・サービスなどを組み合わせたチェーンビジネスにより、新たな市場が広がる可能性も期待できる。さらには、分散型システムなどを、電力需要が急拡大する新興国など向けに展開することで、市場規模は何倍にも膨らむことになるだろう。

(2) エネルギー需要と低炭素 需要サイドの省エネルギー政策

わが国の省エネルギー政策は、いわゆる省エネルギー法と呼ばれる規制措置によるものと、補助金・税制等の優遇措置に大別される。 建築・都市に関わりの深い政策としては、

- ① 年間のエネルギー使用量が石油換算で年間1、500k1以上の建築物やチェーン店などでは、毎年対前年比で1%以上の省エネによる削減が義務付けられている。

- ② 300 m²以上の建築物について建設時に省エネ基準の遵守の届出が義務付けられている。現在 2020 年を目途に全ての新築住宅・建築物の省エネ基準を義務化する方向で検討が進められているところである。
- ③ 家電製品や事務機器である複写機など現在 28 品目のエネルギー消費機器等の効率を定めた省エネ基準があり、市販されている製品のうち最も効率の良いものを基準値として定める方法である。これを通称トップランナー方式と称している。2013 年にこの基準対象製品にエネルギー消費機器ではない断熱材や窓が建材として初めて制定された。この方式は世界でも最も厳しく、かつ成功したプログラムとして有名である。

④ ソフト的な措置として、家電の省エネ性能の表示制度などがある。

一方支援措置としては、

- ① 省エネ機器の導入に際しての補助金や利子補給など
- ② 省エネ設備の導入や省エネビル建築に際しての税制上（特別償却制度など）の優遇
- ③ 住宅のリフォーム減税など
- ④ 省エネ技術開発への補助金（高性能ヒートポンプ、高性能断熱材等）
- ⑤ 省エネ意識向上に向けた情報提供・国民運動

等多様な政策支援が講じられており、それぞれ対象物件や指定製品を順次追加したり、基準を強化する作業が、同時並行的に進められているところである。

わが国の住宅・建築物への省エネルギー政策の規制や基準は、概ね国際的な水準にあると言って良いが、唯一、新築住宅・建築物への省エネ基準に規制化されていない分野が残されており、今後の充実が望まれるところである。

いずれにせよ、省エネルギー政策はハード面からの規制や基準が中心で有り、ソフト面からの制度化や推進策は今後の課題であろう。例えば消費者に適切な省エネルギー情報を伝達する手法としてのラベリング制度では、トップランナー制度に基づく家電製品等では展開が見られるものの、欧米で展開されている建築物や住宅へのラベリング制度は大きく遅れを取っているところである。このような適切な情報提供により消費者や利用者に省エネルギー行動を実践してもらうことにより、省エネルギーの実効性が担保されることになる。そのため、わが国で

も消費者行動と省エネルギーに関する関心が高まりつつある。既に欧米では早くからこの分野に着目した行動実験や調査研究が進められている。

省エネルギーに関する研究の中心は、わが国の場合ほとんどが理工学系研究者であることが多い。これに対しこの分野の欧米での研究は、文化人類学、社会学、心理学といった人文科学系の研究者と理工学系研究者が活発な議論を展開し、多くの研究成果が報告されているところである。

低炭素化社会の実現にはまさに総力戦が求められている。わが国でもこのような真に学際的な研究の展開が望まれる。

- ・ 省エネルギー法で規制するのは住宅・建築物と家電等
 - 住宅は建築時の省エネ基準遵守
 - 自動車・家電等は一定期間ごとの効率改善を求めるトップランナー制度

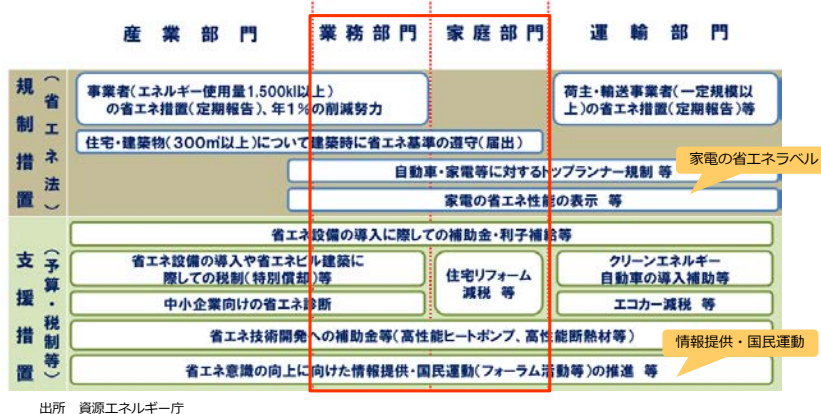


図2 我が国の省エネルギー政策の全体像

(3) 建築・都市の低炭素化におけるライフサイクルの視点

① 低炭素化の指標

低炭素建築・都市のマネジメントにおいて、CO₂排出量削減を効果的に推進するためにはライフサイクルの視点が重要である。低炭素化や省エネを量るための指標として、GDP当たりのCO₂排出量など種々のものが開発、使用されている。我々の日常生活における代表的な指標として、自動車の燃費や床面積当たりの暖房用のエネルギー消費量などをあげることができる。低炭素化に関連して用いられる多くの指標は、我々が日常生活を営む過程において排出されるCO₂量に係る

ものが多い。これらは自動車や住宅など、広義の工業製品の運用段階において排出される CO₂ である。

② ライフサイクルの視点

低炭素化の視点から工業生産に係る経済活動を眺めるとき、CO₂ の排出は計画、設計、製造、広報、運用、改修、廃棄などライフサイクルの各段階で発生する。一般的に用いられている CO₂ 排出の指標は、自動車の燃費や暖房用エネルギー消費などの事例に見られるように、運用段階に関わるものが多い。この理由として、低炭素化運動を広く推進するに際して、消費者の意識に最も訴えやすいのが運用段階の CO₂ 排出であるという点を指摘することができる。運用段階の低炭素化にはライフスタイルを含め消費者行動に関わる側面が強い。広く低炭素化を進めるという意味においては、運用段階の低炭素化のみが前面に出ている現代社会の低炭素化運動はある面でバランスに欠けているといえる。

③ 消費者行動におけるライフサイクルの視点

広く低炭素化を進めるためには、製造、運用、廃棄等の各段階における CO₂ 排出量の情報が消費者に提供されることが必要である。なぜなら、消費者の製品選択や省エネ行動などは本来このようなライフサイクルにわたる CO₂ 発生量の情報に基づいて決定されるべきものだからである。しかしこのような情報提供は現状では極めて少ない。本稿の趣旨はこの点を指摘することにある。大量生産の消費文明の下では製品寿命が短くなる傾向にあり、相対的に運用段階以外における CO₂ 排出が重要となってきた。

④ 建築・都市の LCA

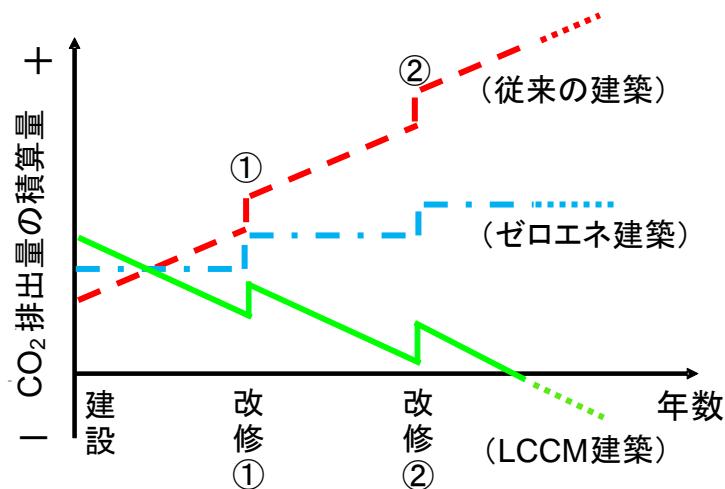
ライフサイクルにわたる CO₂ 排出量を算定するためには製品の寿命を知ることが必要である。その意味では都市を対象にしたライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment、以降 LCA) を行うことは困難である。なぜなら、一般的に都市は永続するものとされており、寿命を規定することができないからである。しかしながら、都市の主要なインフラである建築や道路などに着目して LCA を実施することは可能である。本稿では建物の LCA について解説する。

⑤ ゼロエネ建築と LCCM 住宅

近年ゼロエネ建築という言葉が頻繁に使用される。ここでいう“ゼロ”とは、一般に運用段階におけるエネルギー消費を指している。筆者は建設や廃棄段階の

エネルギー消費を含めずに“ゼロエネ”というのは消費者に誤解を与えやすいので、ライフサイクルに着目したゼロエネを訴えるべきであると考えている。戸建て住宅などでは、太陽光発電技術や省エネ技術等を利用すれば運用段階のみに着目したゼロエネ住宅は比較的簡単に実現することができる。建物の省エネ設計におけるLCAの視点が欠如しているという状況に鑑みて、ライフサイクルカーボンマイナス住宅（Life Cycle Carbon Minus 住宅、以降LCCM住宅）という概念が示されている。その概要を図に示す。一般住宅が使用年数を経るとともに積算値としてのCO₂排出量が増加していくのに対して、LCCM住宅では年数を経るとともにCO₂排出量の積算値が減少し、ある時点で積算値がマイナスになる。既に、LCCMのデモンストレーション住宅が建設され、通年にわたる測定が実施され、その実現可能性が実証され、その普及が努められてきた。

LCCM住宅によるライフサイクルにわたるCO₂収支の改善(イメージ)



⇒ ゼロエネ: 運用段階に着目した省エネ

⇒ LCCM : 建設段階も含めた省エネ

(LCCM: ライフサイクルカーボンマイナスLife Cycle Carbon Minus)

図3 LCCM住宅の概念

⑥ おわりに

上記のように、低炭素化の推進においてライフサイクルの視点は極めて重要である。重要にも拘らずライフサイクルのCO₂排出に関する情報提供やLCAが殆ど実施されていないのは遺憾なことである。ライフサイクルに着目することは、地球環境問題の原点ともいえる現代の大量生産・大量消費文明の見直しにつながる価値観の転換といえるものであり、低炭素文明の構築に向けた有効な方策を提供するものであると考える。

5. 大規模災害が露わにした課題

(1) 大規模災害の教える低炭素化

2011年3月11日に発生した東日本大震災は、エネルギー供給にも甚大な被害を及ぼした。被災地では電気とガスの供給停止に加え、ガソリンや灯油の入手が困難になった。福島第一原子力発電所の被災をはじめ、多くの原子力発電所と火力発電所が停止したため、東北から関東にかけて計画停電が実施された。さらに、製油所被害と石油製品供給の支障は日本の産業に甚大な被害をもたらした。

2011年6月に内閣府の復興構想会議が出した復興の7原則の一つに災害に強い安全・安心のまち、再生可能エネルギー活用型地域の建設が挙げられた。その後、この原則は政府の基本方針となり、復興庁の2013年6月の中間とりまとめでは、「高台移転後の跡地への再生可能エネルギー設備の設置や低炭素・省エネルギーの分散型エネルギーシステムを備えた地域社会の構築」が目標イメージとして示された。

これらの政府の方針に従い、東北の復興計画では、電力系統の停電リスクを踏まえ、自律・分散型再生可能エネルギーの導入が重要事項となった。地域のエネルギー自給率を高めるだけでなく、固定価格買い取り制度を利用した売電収入による雇用創出も期待されている。被災地の自治体では、自律・分散型再生可能エネルギー構想の具体化が進んでいる。以下に具体的な動きを紹介するとともにその課題について述べる。

2012年の内閣府の環境未来都市構想では、岩手県釜石市、気仙広域（大船渡市・陸前高田市・住田町）、宮城県岩沼市、東松島市、福島県南相馬市、新地町の構想が採択された。2012年度から16年度までの5年間に亘る地域エネルギーを軸とした復興計画が推進されている。

具体例として、釜石市環境未来都市構想では、「震災後の混乱で明らかになったエネルギー環境を向上させるため、緊急的に利用できる独立電源の確保や長期的なエネルギーの安定供給の観点から、釜石独自のエネルギーのベストミックスを進める」としている。

釜石市には既存施設として石炭火力発電所、風力発電施設がある。震災前から、緑のシステム創造事業として、釜石市の9割を占める森林の資源を活用して、林

業・製造業・行政が連携し、2012年10月から石炭火力発電所の木くず混焼を開始していた。今後はこの取組を進めて、木くず混焼の割合を高めると共に、風力発電施設の2次展開、LNGガス化発電（コージェネ）の導入、小水力発電の導入、洋上風力発電の検討など、多様なエネルギーの導入拡大を図るとしている。さらに、復興集落型スマートコミュニティマスタープランや、電力および余剰熱エネルギーを利用した企業立地も目標にしている。

2014年3月現在の釜石市では、森林資源の活用で成果がみられるものの、地籍測量や区画整理の手続き等が煩雑なため、造成工事や高台移転が予定より遅れており、新しいエネルギー施設の建設計画は遅れがちである。釜石以外の環境未来都市でも、エネルギー施設の整備は予定より遅れている。ただし、この取組は大きなトレンドであり、これらの課題を解決すれば、スマートコミュニティや企業立地へと進展することが期待される。

(2) 「復興と低炭素化」（復興計画に盛り込む低炭素化）

日本では震災、大火、津波、高潮など大規模な自然災害、また戦時下の空襲という人為的災害の後で、復興計画を策定し、都市改造を実施してきた歴史を持っている。復興計画の内容は主にインフラ面の復興、住宅・ビル・学校・官公庁など建築物の復興に大別される。

戦後、長らく復興計画の主たる目的であった都市の不燃化はかなり達成され、1976年の酒田大火を最後に収束した。一方、市街地を直撃する地震は、1995年の阪神・淡路大震災をはじめとして、新潟県中越地震、福岡県西方沖地震など全国各地で続いている。阪神・淡路大震災の大火は空襲を免れた木造密集市街地で発生し、東京と大阪では今なお広範囲に木造密集市街地が存在している。東日本大震災では首都圏の臨海部の液状化、主要駅の帰宅困難者などの問題が露呈した。

現在、我が国で対策が社会的な課題となっている大地震は、首都直下型地震と南海トラフ地震である。震災の発生後の復興計画で低炭素化が課題となるのは、人口が集積し、複雑なインフラを有する首都圏の市街地である。南海トラフ地震の被災地の復興計画では人口減少かでの経済産業対策が主眼となる。

2005年、中央防災会議の首都直下地震対策専門調査会の報告は、首都中枢機能の被災に対処するため、企業本社がBCP（事業継続計画）を策定する必要性を

訴えた。2011年の東日本大震災により、BCPの必要性が認識され、策定が進んだ。また、都心部の都市再生プロジェクトも防災対策の面で大きく変わり、超高層ビル・マンションでは72時間の非常用電源確保の考え方が急速に普及した。

2012年、都市再生特別措置法が改正され、大地震時における避難者・帰宅困難者対策を官民連携で進めることになり、横浜、名古屋、京都などで同法に基づく都市再生安全確保計画が策定されている。

最近、竣工した日本橋の民間大手の再開発では公道下の地下鉄駅と直結した地下空間を防災拠点とし、帰宅難民を受け入れ、72時間の電源供給を行う措置を講じている。

首都の被災は経済的損失のきわめて大であるが、その一方で、復興に向けた民間活力も非常に大きい。それを考慮すると、災害前の事前復興の取り組みが大事となる。大都市の復興計画の主たる内容は、インフラ再建による都市機能の回復、被災したマンション・オフィスの建て替えとなることが想定され、低炭素化そのものは復興の主たる目的とはならない。しかし、復興計画の方針の1つに低炭素化を盛り込むことが可能なのは大都市であることも事実である。

2003年に東京都が策定した『東京都震災復興マニュアル』は復興施策編と復興プロセス編で構成される。このマニュアルは東日本大震災の発生などその後の社会情勢の変化や低炭素化などの環境政策を踏まえて改定すべき時期といえる。東日本大震災の復興財源はほぼ全額、国費負担である。しかし、東京の復興はかなり自主財源とならざるを得ないはずであり、その点からも、東京都という地方自治体での政策形成が大事になろう。

(3) 大規模災害後の行政対応

東日本大震災を受けてから、各省庁の審議会、関連団体において建築・都市に関わる温暖化対策やエネルギー問題などに関して新たな議論が行われてきており、報告書や答申としてまとめられ、法律として施行され、事業として実施されている。ここでは主なものについて、参考にその概略を示す。

6. 低炭素建築・都市マネジメントを展開するための課題のまとめ

低炭素建築・都市マネジメントを展開するための課題を、第2章から第5章を要約するかたちで、(1) 学術的・技術的課題、(2) 法制度と行政的課題、(3) 政策課題を述べる。

(1) 学術的・技術的課題

①低炭素に関わるコンパクトシティ構想の課題

コンパクトシティ政策は、低炭素都市を体現するためにひとつの手段である。その最大の課題は、居住地の変更、あるいは戸建て住宅から集合住宅への住み替えがなかなか実現しないことである。行政にとっては除雪などのサービスやインフラの維持費用が軽減されることが利点であるが、事業者や住民にとっては必ずしも利点が明確ではない。補助金などの優遇策は既にあるものの、居住地や居住形態を変更するということに対する物理的、心理的抵抗を克服して、コンパクト化を実現するためには、さらなるインセンティブの付与、あるいは郊外部における新規立地の抑制・規制が必要であろう。

②OECDでのコンパクトシティ評価

2009年から2011年にかけてまとめられたOECDのコンパクトシティ政策レポートでは、コンパクトシティ戦略を実施する際のガバナンス上の12の課題を明らかにした。

③スマートシュリンクシティで実現する豊かさ

地震で建物が倒壊リスクの高い軟弱地盤上、津波や洪水のリスクの高い土地に人々が住んでいる。災害リスクの低い固い地盤で高台にあっても、車の普及によりスプロール状に郊外化して散らばって住んでいる。例えば、名古屋20km圏では、500mメッシュごとの1人あたりの市街地維持費用（公共投資額）は、最低9,000円/人から900,000円/人までの差があることを、人々は知らない。この100倍もの差を放置しては、現世代は生きていくことができるかもしれないが、都市財政を脅かし、将来世代の生活を脅かす。スプロールは自動車利用を促し、CO₂やPM、NO_x、CO等の排出を増加させる。これに対して、コンパクトシティが良いとされる。このコンパクトシティを実現するための有力な戦略が、スマ

ートシュリンクであり、スマートシュリンクシティで実現する豊かさとは、集団としての efficiency を高めると同時に、個人にとっての sufficiency を高め、これを享受できるようにするを示すことが課題である。

④低炭素社会の見えない価値

建築・都市の低炭素化には、初期投資が必要であるが、エネルギー費の削減便益だけで投資回収することは難しい。低炭素都市の形成を促すために、環境価値創出、地域経済への波及、震災時のリスク軽減、普及・啓発、健康性・知的生産性などのコベネフィットの見える化に係る調査研究を積み重ねて行くことが課題である。

⑤低炭素型の交通政策

低炭素型の交通政策を推進していくうえで、モビリティそのものの改良、マクロ/メゾ/ミクروسケールの都市-地域-国土構造の改良が考えられる。こうした施策を導入していくうえでは、モデル地区における制度設計までを包含した社会実験の投入が必要不可欠となろう。都市部や地方部における様々な社会実験を建築-土木-都市技術とモビリティ技術を掛け合わせながら実施に移していくうえでは、ストックホルダーに加え、地域の様々な意思決定主体の合意形成や、財源確保も重要な課題となる。

⑥水系単位で考える低炭素化

自然の河川流域の中で都市域は水を取り込み、水処理後、配水システムを利用して都市域に分配し、生活や産業活動のために利用し、発生する排水を下水道に代表される管路系を通して集水し、自然の流域に排出できるレベルまで処理したのち排水している。都市の低炭素化を図るという観点から、自然の流域の中で行政単位とは異なる観点からどのようなスケールでどのような水のサイクルを作っていくかが課題である。

排水の温度は年間を通して安定し、外気温より夏季は低く、冬季は高いという熱源としての価値を有している。ヒートポンプで回収した熱の輸送にエネルギーが必要なことから、熱需要家の空間分布と回収熱の輸送の観点からも水サイクルのスケールを検討することが課題である。

また、排水に含まれる有機物や窒素やリンといった肥料要素の回収も、その製造プロセスにおけるエネルギー消費を減らすことから間接的に低炭素化に貢献する。このような回収資源の物流を考慮したスケール検討も課題である。

⑦低炭素化のための能動的制御

第一世代の BEMS (Building Energy Management System)、HEMS (Home Energy Management System) は、建物の現況に応じて機器を制御する feed back system であった。一方、近年では、建物の近未来のエネルギー需要など建物状況を予測し、機器や開口部の開閉などを制御し、エネルギーの使用量や、建物内環境を最適化する feed forward system を内包したシステムも現れている。このような Feed forward(予測制御)による先手先手を打った制御は、能動制御とも呼ばれ、その開発普及が課題である。

⑧低炭素化とヒートアイランド緩和

ヒートアイランド現象は都市気候の特徴の一つであり、気温の等値線図を描くと、都市では地図の等高線で描いた島のようになることから、ヒートアイランド現象と呼ばれる。我が国では、2004 年にヒートアイランド対策大綱が閣議決定され、昨年には大綱の見直しが行われた。個々のヒートアイランド対策に加えて、街づくりそのものに目が向けられるようになった。ただ単に個々のヒートアイランド対策を組み込めば良いというわけではなく、環境負荷の小さい快適な街づくりの予測・評価が課題となる。

⑨防災と低炭素化

低炭素化の課題と可能性を、災害とその対策に関して考えると、以下のような課題がある。1) 災害が地球温暖化に及ぼす影響の可能性は、基本的には災害の被害軽減の枠組の中で検討されるべき課題である。2) 防災対策における低炭素化は、従来等閑視されがちだった防災設備類の省エネルギーの向上や防災体制の漸進的効率化によって緩和されるのが自然である。3) 低炭素化に関連して言及されることの多い木造建築ストックの活用については、いずれも防災上、複雑な技術的課題を孕んでいるが、関連する研究開発の振興だけでなく、新技術の導入を効率的にする、透明性の高い法令基準制度を整備すべき課題も多い。

(2) 法制度と行政的課題

①低炭素の関連制度

近年、低炭素に関連する制度は数多く打ち出されている。2012年12月に施行された都市の低炭素化の促進に関する法律（エコまち法）では、減税措置・規制緩和により、低炭素建築物の促進の他、集約化事業や公共交通機関利用の促進が図られている。居住誘導区域及び都市機能誘導区域は、計画的な集約化ツールとなり得、低炭素化の推進にも資することとなる。今後、この誘導区域を運用していくには、なぜ、その区域を設定するのかという根拠を市民に示していく必要がある。一度、集約すべき区域から外れた場合には、その後、誘導区域に編入される可能性は小さい。そのため、線引きの際以上に、客観的な根拠が求められることとなる。このための分析手法やツールの開発、政策手続きの整備などが大きな課題である。

②基準法集団規定に見る性能化

防災性の向上のための密集市街地整備事業は、コミュニティスケールの低炭素化を考えるうえで、環境性能の向上、コミュニティスケールでの合意形成など参考となるところがある。建築基準法の集団規定（接道義務、道路斜線制限、建ぺい率制限等）には、「低炭素化」の視点は組み込まれていないが、低炭素化も環境性能の要素の一つと考えることもでき、集団規定になじまないものではない。協調的建て替えルールの策定やそのための地権者の合意形成の場面で、行政担当者やまちづくりコンサルタントが、実際の建て替えルールの代替案について必要最低限の街区性能が確保できるかどうかの判断を可能にし、密集市街地における整備・改善を目的とした「密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発」が継続的な課題である。

③市街地再編を実現する法制 所有権と税制の問題

通勤、通学、業務移動、物流等に伴う交通インフラへの負荷、エネルギー・通信インフラへの負荷といった様々なインフラのネットワーク効率性の観点からは、都市の基本構造は、一定のコンパクトな範囲に外部性なく収まっていることが望ましい。都市縁辺部の密度の薄いインフラ投資・管理費用を中心部の土地所有者や、一般納税者が負担すると、縁辺部の土地利用自体が一種の負の外部性を発生させることになる。このような外部性の内部化の最もオーソドックスな手法

は、受益の及ぶ当該地域の範囲を超えて、それ以外の者に費用の負担が生じないような費用負担構造にする所有権と税制の検討が課題である。

④合意形成を促す社会制度

集団での意思統一をしなければならない場合には、過半数で議決をするなど何らかの民主的な手続きが用意されていることも多い。ただ、実際には、合意形成の方法自体が明示されておらず、そのために手続きについてさえ紛糾し、合意形成には至らないようなケースも散見される。社会で低炭素化を進めていくためには、様々な集団単位での意思統一が必要となる。このための適正な方法論に関する研究も重要な社会技術研究課題である。

(3) 政策課題

①エネルギー基本計画と低炭素

東日本大震災に伴う原子力災害及びその後のエネルギー政策の混乱を契機に、エネルギー基本計画の改訂が計られた（2014年4月11日閣議決定）。主要なポイントの1つめが、電源構成において「原発ゼロを目指す」としていた方針を転換したこと。2つめが、エネルギー政策に国際的な視点と経済成長の視点を加えたこと。3つめが規制改革である。電力という万国共通の良質な商品と、新規参入者が強みとしている商品・サービスなどを組み合わせたチェーンビジネスにより、新たな市場が広がる可能性も期待できる。さらには、分散型システムなどを、電力需要が急拡大する新興国など向けに展開することなどが政策課題になるだろう。

②エネルギー需要と低炭素 需要サイドの省エネルギー政策

わが国の住宅・建築物への省エネルギー政策の規制や基準は、概ね国際的な水準にあると言って良いが、唯一、新築住宅・建築物への省エネ基準に規制化されていない分野が残されており、今後の充実が望まれるところである。省エネルギーに関する研究の中心は、わが国の場合ほとんどが理工学系研究者であることが多い。これに対しこの分野の欧米での研究は、文化人類学、社会学、心理学といった人文科学系の研究者と理工学系研究者が活発な議論を展開し、多くの研究成果が報告されているところである。低炭素化社会の実現には真に学際的な研究の展開が課題である。

③ 建築・都市の低炭素化におけるライフサイクルの視点

低炭素建築・都市のマネジメントにおいて、CO₂ 排出量削減を効果的に推進するためにはライフサイクルの視点が重要である。低炭素化や省エネを量るための多くの指標は、我々が日常生活を営む過程において、自動車や住宅など、広義の工業製品の運用段階において排出される CO₂ である。低炭素化の推進においてライフサイクルの視点は極めて重要であるにも拘らずライフサイクルの CO₂ 排出に関する情報提供や LCA が殆ど実施されていないのは遺憾なことである。ライフサイクルに着目することは、地球環境問題の原点ともいえる現代の大量生産・大量消費文明の見直しにつながる価値観の転換といえるものであり、低炭素文明の構築に向けた有効な方策を提供することが課題である。

(4) 大規模災害が露わにした課題

①大規模災害の教える低炭素化

2011 年 6 月に内閣府の復興構想会議が出した復興の 7 原則の一つに「災害に強い安全・安心のまち、再生可能エネルギー活用型地域の建設」が挙げられた。その後、この原則は政府の基本方針となり、復興庁の 2013 年 6 月の中間とりまとめでは、「高台移転後の跡地への再生可能エネルギー設備の設置や低炭素・省エネルギーの分散型エネルギーシステムを備えた地域社会の構築」が目標イメージとして示され、自律・分散型再生可能エネルギー構想の具体化が進んでいる。

しかし、釜石市をはじめ多くの環境未来都市でこれらのエネルギー施設の整備が予定より遅れていることがスマートコミュニティや企業立地へと進展する上での課題である。

②「復興と低炭素化」(復興計画に盛り込む低炭素化)

大都市の復興計画の主たる内容は、インフラ再建による都市機能の回復、被災したマンション・オフィスの建て替えとなることが想定され、低炭素化そのものは復興の主たる目的とはならない。しかし、復興計画の方針の 1 つに低炭素化を盛り込むことが可能なのは大都市であることも事実である。

東日本大震災の復興財源はほぼ全額、国費負担であるが、東京の復興はかなり自主財源とならざるを得ないはずであり、東京都という地方自治体での政策形成が課題になる。

7. 結語

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第5次レポートが公表されたが、その第一作業部会（気候変化の科学的根拠）からは、「人間活動が20世紀半ば以降に観測された温暖化の主な要因であった可能性が極めて高い」ことが述べられている。東日本大震災による福島原子力発電所の事故により、エネルギー供給事情が極めて厳しくなっている状況にも鑑みれば、低炭素社会の実現は一刻の猶予も許されない。

本分科会のミッションは、低炭素建築・都市の実現のために、どのような課題があるのかを明確にすることであった。そこで、特にコミュニティのスケールでの低炭素化の課題を中心として、第一に、議論する上で前提となる低炭素化関連の概念について整理し定義した。その上で、学術的・技術的な課題、法制度・行政的課題、政策的課題などについて、分科会委員の専門性に配慮して分担執筆していただいた。それぞれの分野で示された課題は多岐にわたっており、多くの貴重な提案がなされている。課題の中には、既に省庁の政策課題として掲げられているものもあるが、具体的に進めていく上での考え方や方法論が示された。

日本学術会議の会員、連携会員は、省庁や自治体の低炭素化に関連する審議会などに参加し意見を述べる機会が多いと推察されるので、そのような場で本記録に示された様々な課題、並びに課題を実現するための施策、アイデアを提起してもらうことが期待される。

また、低炭素化のための課題として示されてはいるものの、解決方法が必ずしも明快にはなっていない項目もある。これらの課題に関しては今後とも引き続いて議論されることが望まれる。

＜参考＞ 低炭素化に関連した行政対応

東日本大震災を受けてから、各省庁の審議会、関連団体において建築・都市に関わる温暖化対策やエネルギー問題などに関して新たな議論が行われてきており、報告書や答申としてまとめられ、法律として施行され、事業として実施されている。

(1) 省庁における審議会などからの答申

①第四次環境基本計画（平成 24 年 4 月 27 日）

環境省中央環境審議会は平成 24 年 4 月 27 日に「第四次環境基本計画」を環境大臣に提出した。地球温暖化の取組では、エネルギー起源 CO₂ の排出削減対策として、①原発への依存度低減と同時に、一層の省エネルギーの推進、再生可能エネルギーの拡大、化石燃料のクリーン化・効率化を推進し、エネルギー起源 CO₂ の排出抑制を図る、②長期的な低炭素社会の構築に重要な革新的技術開発を推進する、③環境未来都市、環境モデル都市、スマートコミュニティ、公共交通機関の利用促進等をはじめとした地域の創意工夫を活かした自発的な低炭素な地域づくりの推進、④再生可能エネルギーや地中熱などの未利用エネルギー、コジェネレーションシステム、HEMS、BEMS、CEMS などの家庭、ビル、地域のエネルギーマネジメントシステム、蓄電池等を総合的に組み合わせたコミュニティや自立・分散型エネルギーシステムの構築、などを提案している。

②「低炭素社会に向けた住まいと住まい方」の推進方策についての中間とりまとめ（平成 24 年 7 月）

経済産業省・国土交通省・環境省の三つの省にまたがった「低炭素社会に向けた住まいと住まい方推進会議」は平成 24 年 7 月に「「低炭素社会に向けた住まいと住まい方」の推進方策についての中間とりまとめ」を示した。その中で「住まい」に関する推進方策の基本的な考え方として、①住宅・建築物の省エネルギー性能の向上、②既存ストック対策の強化、③住宅・建築物におけるエネルギーの有効利用の促進、④ライフサイクル全体を通じた CO₂ 排出削減の推進、⑤CO₂ 排出削減を通じた快適性等の便益の実現などについて、「住まい方」に関する推進方策の基本的な考え方として、①住まい方・働き方等のライフスタイルの変革を

促す仕組みの導入、②持続的なエネルギーの有効利用を促す仕組みの導入、を示している。

③革新的エネルギー・環境戦略（平成 24 年 9 月 14 日）

内閣官房国家戦略室の新成長戦略実現会議／環境・エネルギー会議は、平成 24 年 9 月 14 日に「革新的エネルギー・環境戦略」を策定した。2 章のグリーンエネルギー革命の実現では、「スマートな省エネルギーの国民的展開に向けた政策誘導の徹底」があげられ、具体的には、①スマートな節電のような仕組みを地域や都市に拡大すべく、スマートコミュニティ実証事業等の成果を活用し、スマートハウスの普及、スマートコミュニティの実現を進める、②都市の低炭素化の促進に関する法律等を活用し、都市機能の集約化とこれと連携した公共交通の利用促進等を通じたコンパクトシティへの転換を進める、ことなどが謳われている。

④日本再興戦略－JAPAN is BACK－（平成 25 年 6 月 14 日）

安倍内閣になってからは、新たな成長戦略として「日本再興戦略－JAPAN is BACK－」が平成 25 年 6 月 14 日に示された。日本経済の再生に向けたいわゆる「3 本の矢」のうちの 3 本目の矢、民間投資を喚起する成長戦略に対応するものである。内容は多岐にわたるが、「第Ⅱ．3 つのアクションプラン」の中の「二．戦略市場創造プラン」にある「テーマ 2：クリーン・経済的なエネルギー需給の実現」で、関連した項目がまとめられており、「(2) 個別の社会像と実現に向けた取り組み」の「③エネルギーを賢く消費する社会」において、「Ⅱ) 解決の方向性と戦略分野（市場・産業）及び当面の主要施策」として、スマートコミュニティの拡大、エネルギーマネジメント産業の確立、住宅・建築物の省エネ基準の段階的適合義務化などが示されている。

⑤エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月 11 日閣議決定）

経済産業省では「エネルギー基本計画」を震災後ゼロから見直し、長い審議の末に平成 26 年 4 月 11 日に「エネルギー基本計画」の改訂が閣議決定された。第 3 章の第 2 節「徹底した省エネルギー社会の実現と、スマートで柔軟な消費活動の実現」の節では、トップランナー制度の対象の拡大、総合的な環境性能に関する評価・表示制度の充実・普及などを通じて、2020 年までに新築公共建築物等で、2030 年までに新築建築物の平均で ZEB を実現すること、住宅については、

2020年までに標準的な新築住宅で、2030年までに新築住宅の平均でZEHの実現を目指す、としている。

⑥環境行動計画（平成26年3月）

国土交通省は、平成26年3月に「環境行動計画―環境危機を乗り越え、持続可能な社会を目指す―」を公表した。この行動計画は、政府の「環境基本計画」を踏まえたものであり、三つのキーワード、即ち「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」に関連した課題を掲げて、「持続可能な社会」の実現を目指している。今後、推進すべき環境政策として「4分野」「7つの柱」を掲げており、それらは以下のとおりである。

4分野：I. 低炭素社会、II. 自然共生社会、III. 循環型社会、IV. 分野横断的な取組

7つの柱：

1. 地球温暖化対策・緩和策の推進（I分野）
2. 社会インフラを活用した再生可能エネルギー等の利活用の推進（I分野）
3. 地球温暖化対策・適応策の推進（I分野）
4. 自然共生社会の形成に向けた取組の推進（II分野）
5. 循環型社会の形成に向けた取組の推進（III分野）
6. 環境保全の行動変容施策等の継続的展開（IV分野）
7. 技術力を活かした環境貢献の高度化の推進（IV分野）

低炭素建築・都市の関連では、一つの例を示すと、項目名「I-1 低炭素都市づくりの推進」の中には、施策名「スマートウェルネス住宅・シティをはじめとした低炭素都市づくりの実践」が掲げられており、その中の再分類として、「スマートウェルネス住宅・シティの実現」、「低炭素まちづくりの推進」、「集約型都市構造の実現」、「エネルギー面的利用の推進」、「地区・街区レベルでの包括的な都市環境対策の推進」、「集約型都市構造を形成する緑のあり方の検討」、「省エネ法による住宅・建築物の省エネ性能の向上」、「住宅の省エネ改修促進税制による住宅の省エネ性能の向上の支援」などが示されている。それらの項目に対して概要と目標が、更に参考資料として「行動計画工程表」が示されている。また、別冊に施策集が付け加えられ、具体的な事例が豊富に提供されており、わかりやす

くなっている。全体的にみて極めて幅広く「持続可能な社会」の実現のための施策や事例が示され、有益な報告書となっているといえる。

(2) 低炭素都市関連の法律等

①都市の低炭素化の促進に関する法律（平成 24 年 9 月 5 日）

「都市の低炭素化の促進に関する法律」が、平成 24 年 9 月 5 日に成立した。この法律は、都市の低炭素化を進めるため、規制強化よりも民間投資を促すインセンティブを与える誘導的手法を整える、ということが基本的な考え方となっており、民間などの新規投資を市街化区域などの一定エリアに誘導し、都市のコンパクト化を図ることなどで低炭素のまちづくりを進めることとしている。この法律を踏まえて、省エネルギー住宅・建築物の認定制度では、現行の省エネ基準（次世代省エネ基準）に比べ 10%以上性能の高い住宅などを認定し、住宅ローン減税の深掘りや容積率の特例などのインセンティブを与えている。

②低炭素まちづくり実践ハンドブック（平成 25 年 12 月）

この法律の施行に併せて、国土交通省は「低炭素まちづくり実践ハンドブック」を平成 25 年 12 月に公表した。このハンドブックでは、低炭素まちづくりの概要とともに、「都市構造・交通分野」、「エネルギー分野」、「みどり分野」に関連した具体的な例が示され、地方自治体における低炭素まちづくり計画の作成支援を意図している。

(3) モデル事業、助成事業

①環境未来都市

「環境未来都市」の構想は、「新成長戦略」（平成 22 年度 6 月閣議決定）において、21 の国家戦略プロジェクトの一つとして位置づけられたものであり、特定の都市・地域を選定し、環境や超高齢化などの点で優れた成功事例を創出するとともに、これを国内外に普及展開をはかることで、需要拡大、雇用創出などを目指したものである。平成 23 年度は 9 月 1 日～9 月 30 日まで募集を行い、提出された 30 件の提案から、環境未来都市評価・調査検討会等の審査を経て、11 件が「環境未来都市」として選定された。この中で 4 つが被災地から選ばれている。

②スマートコミュニティ導入促進事業

一般社団法人新エネルギー導入促進協議会は、新エネルギー等の導入普及の促進を図ることを目的として平成20年に設立されたが、いくつかの業務の一つとしてスマートコミュニティ導入促進事業を平成24年度から開始している。これは、岩手、宮城、福島の被災3県に先駆的に導入するため、復興フェーズにある地域で、災害に強いまちづくりとして再生可能エネルギーの活用を中心としたスマートコミュニティを構築するためのマスタープランの策定を支援し、策定されたマスタープランに基づくスマートコミュニティの構築に対して支援を行うものである。平成23年度は8事業、24年度は2事業、25年度は8事業が採択された。

〈参考文献〉

- [1] 独立行政法人国立環境研究所, 温室効果ガスインベントリオフィス
日本の温室効果ガス排出量データ (1990~2012 年度) 確定値
<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html> (平成 26 年 8 月 2 日)
- [2] Lindskog, Helena. "Smart communities initiatives." Proceedings of the 3rd ISOneWorld Conference. 2004.
- [3] 「スマートコミュニティフォーラムにおける論点と提案」 スマートコミュニティフォーラム事務局、平成 22 年 6 月 15 日
- [4] 浅見 康司 「スマートコミュニティ」EAST TIME 東日本保証広報誌 2010 年 9 月号
- [5] OECD (2012) Compact City Policies - A Comparative Assessment
- [6] 平成 24 年 1 月 30 日、土砂災害防止法に関する政策レビュー委員会、資料 1 土砂災害防止法に基づく施策の主な取り組み状況
- [7] エティエンヌ・ウエンガー、ジーン・レイブ著 (佐伯 胖訳) 『状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加』産業図書
- [8] Jack Ahern From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world、Landscape and Urban Planning 100 (2011) 341-343
- [9] 国土交通省 (2012) 集約都市開発事業計画認定申請マニュアル (平成 24 年 12 月)
- [10] OECD : OECD グリーン成長スタディ、コンパクトシティ政策、世界 5 都市のケーススタディと国別比較、2013
- [11] エルンスト・フォン・ワイツゼッカーほか著、林 良嗣監修「ファクター 5」、2014 年、明石書店
- [12] 馬郡文平、野城智也、藤井逸人 武井 由貴 水谷 義和 センサー情報を活用した見える化によるエネルギー最適利用 : 24 時間小型店舗(コンビニエンスストア)の統合エネルギーマネジメント実証実験、電子情報通信学会技術研究報告 111(54)、39-44、2011-05-13
- [13] 荻本和彦 需要の形を変える—スマートグリッドにおける需要技術 OHM 97(12)、16-21、2010-12

- [14] 迫博司、野城智也、馬郡文平 デマンドレスポンスに資するリアルタイムモニタリングを用いた建物群の電力デマンドマネジメントの有効性に関する考察 日本建築学会技術報告集 19(43) 1171-1174、 2013
- [15] Tomonari Yashiro、Ryozo Ooka、Bumpei Magori、Hiroshi Sako、Hiroyuki Shida Smart Energy Management System for Zero Energy Buildings、Proceedings of the SB 13 Singapore、Realising Sustainability in the Tropics、ISBN: 978-981-07-7377-9、448-453、2013
- [16] Guttman、 J. (1998) “Unanimity and majority rule: The calculus of consent reconsidered” European Journal of Political Economy、14、189-207.