

早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科

博士論文概要書

論文題目

中国東北部における都市・住宅用エネルギー消費
実態調査に基づく環境共生型都市の形成
に関する研究

A Study for Developing Environmentally Symbiotic Cities in Northeast China,
Based on the Results of Surveys on Energy Consumption in Urban Sectors

		申請者	
氏名		馮	新玲
		Feng	Xinling

研究科・研究指導
(課程内のみ)

環境・エネルギー研究科 環境政策科学研究

2014年1月

中国東北部の諸都市では、石炭を主力とするエネルギー供給構造に加えて、寒冷地であるために暖房用エネルギー消費が大きい。これが大気汚染を悪化させ、温室効果ガスの排出量を押し上げている。生活レベルの向上に伴い、家庭部門のエネルギー消費の比率は急速に高まっており、住宅・家庭部門のエネルギー使用の合理化（以下「省エネ」という）対策は今後益々重要になる。

しかし、これまでの中国に関する省エネ研究の関心は主として産業部門に置かれており、住宅・家庭部門の省エネに関しては基礎となるデータが十分ではなく、したがって、住宅・家庭部門の省エネ対策に関する先行研究は少ない。

このため本研究では、中国遼寧省の阜新市^{ふしんし}をモデルとして、地域暖房システムの導入、発電部門における大気汚染対策の強化、燃料の低硫黄化等の都市インフラに係る省エネ対策及び大気環境対策の効果を定量的に評価し、いくつかの課題を抽出した。また、中国東北部の5都市（瀋陽市、大連市、阜新市、長春市及び哈尔滨市）及び北京市の6都市（以下便宜的に「東北部6都市」）を対象に、2009年から5年間にわたり、アンケート調査及び電力消費量実測調査を実施して、家庭でのエネルギー消費実態及び市民の環境意識を詳細に把握した。これらの調査結果に基づき、中国東北部の住宅・家庭部門でのエネルギー消費構造の特徴を明らかにし、今後の有効な省エネ対策と、関連する諸課題について考察した。さらに、中国の寒冷地の諸都市における環境共生型都市の形成に向けたエネルギー・環境対策の在り方について提言を行った。

本研究における住宅・家庭部門の省エネの可能性の検討に当たっては、下記の3つの視点から進めることとする。

- ①都市政策とインフラに関する要素（地域暖房導入と集合住宅の省エネ性能）、
- ②家庭での各種エネルギー消費機器の普及に関連する要素（製品性能の向上とライフスタイル）、
- ③市民の環境・省エネ意識の水準に関連する要素（市民の意識高揚）。

本論文は、序論及び7章から構成されている。

序論においては本研究の背景、目的を明らかにするとともに、中国東北部における住宅におけるエネルギー消費実態と都市におけるエネルギー環境対策に関する従来研究を整理し、本研究の新規性・独立性・必要性について述べる。

第1章では、中国におけるエネルギー需給構造と環境保全の現状と課題を整理する。

研究の背景をなす中国のマクロなエネルギー消費の動向と、エネルギー・環境政策の現状と将来の見通しを、主に統計資料、先行研究などを参考としつつ、独自のデータ解析を加えつつ概略述べる。次いで、住宅の近代化の進行及び家電品の普及等に係る現状、住宅・家庭部門のエネルギー消費の特徴を説明し、近年の家庭部門でのエネルギー需要の急増に伴う環境負荷軽減対策の重要性等

を明らかにする。さらに、研究対象である東北部 6 都市の概況及び当該地域のエネルギー事情と環境状況との関連性及び地方政府のエネルギー・環境対策（風力導入、炭層ガス利用等）を記述する。

第 2 章では、都市・住宅・家庭系の省エネ、低炭素化及び大気環境対策（以下「エネルギー・環境対策」）の検討シナリオの設定について述べる。本章の目的は、第 3 章以降のエネルギー・環境対策の検討の流れを整理することにある。

まず、本研究のスコープ（範囲）を、地域的には東北部 6 都市に置き、部門として住宅・家庭に絞り込んだ理由を説明する。次いで都市・住宅・家庭系におけるエネルギー・環境対策の主要なメニューを整理する。さらに、本研究において、①都市政策とインフラ整備、②家庭用エネルギー消費機器の普及促進、そして③市民の環境・省エネ意識の高揚の三つの切り口（視点）から検討することとした理由を明確にするとともに、三つの切り口で進める場合に、本研究で採用した方法について説明する。以上のシナリオに従って本研究を進めるにあたり、特に重視した点は、これまで、中国では情報の蓄積が少なかった住宅におけるエネルギー消費実態の調査（アンケート及び実測）と市民の環境・省エネ意識の把握である。

第 3 章では、都市エネルギー・インフラの改善と住宅性能の向上による省エネ促進及び環境改善の可能性について検討する。

第 1 章における大気汚染/CO₂排出量とエネルギー消費の関係を地域の地勢的な条件等を踏まえて、都市インフラと住宅性能の向上による省エネの可能性とそれを阻害する要因を分析する。具体的には発電所、熱供給施設といった大規模エネルギー施設への大気汚染対策の実施と地域暖房の導入による環境改善効果について最近の事情を評価づける。特に阜新市をケーススタディとして大気汚染（SO_x, PM 等）及び CO₂ 排出量削減効果を評価する。

寒冷な東北の諸都市では暖房用のエネルギー消費の比率が著しく、しかもユーザーの省エネ意識が行動と結びつかない地域暖房システムであることが省エネのネックになっていることを示す。また、住宅の断熱性能の向上がもたらす省エネ効果を推定する。

第 4 章では、東北部 6 都市の住宅におけるエネルギー消費実態調査及び電力消費量の実測調査の方法及び結果を説明するとともに、これら調査結果に基づき、家庭でのエネルギー消費構造の特徴を、世帯属性、住環境、ライフスタイル等と関連付けて明らかにする。

東北の諸都市の家庭でのエネルギー消費実態を把握するため実施した過去 3 回（2009, 2011～2012, 2012～2013 年）のアンケート調査データと、ワットチェッカー及び省エネナビによる実測調査（2012～2013 年）のデータを集計する。その結果に基づき中国の家庭用のエネルギー消費の実態と特性を分析す

る。アンケート調査の結果は第 1, 2, 3 章で取り上げた中国の国内事情と突合しながら評価づけするとともに、世帯ごとの生活パターンと電気の消費量の変動についても日本の新潟県での同様の調査結果と比較しつつ考察する。また、電気、ガス、地域暖房のエネルギー消費の都市間の差異について分析を行う。なお、アンケート調査では市民の環境保全・省エネ意識も質しており、本章でも一部触れながら解析を進める必要があるが、市民の環境・省エネ意識に関する詳細な分析は第 5 章において行うこととしている。

第 5 章では、中国東北部の市民の環境・省エネ意識に関するアンケート調査結果を日本と比較しつつ分析するとともに、日本の温暖化対策において重視されてきた情報的手段の有効性について考察する。

日本の省エネ対策の推進において、特に市民の環境・省エネ行動の誘導を図るために重要視されてきた情報的手段の政策的な特徴と効果について、日本の温暖化対策のプロセスを追跡しつつ考察する。また、アンケートに基づく東北部 6 都市の市民の環境・省エネ意識の結果を、日本政府がこれまでに実施した環境意識調査と比較しつつ検討する。最後に日本の経験を参考にしながら、中国における情報的手段の活用可能性と実施上の課題について検討する。

第 6 章では、前章までの調査、分析結果を踏まえて、2050 年までの中長期的な将来を見通しつつ、今後の中国東北部におけるエネルギー・環境対策の可能性について総合的に評価する。

第 3 章の都市エネルギー・インフラの改善と住宅性能の向上、第 4 章のエネルギー機器の性能向上、第 5 章のライフスタイルの変化を考慮した市民の意識高揚の三つの対策要素ごとに分析してきた省エネ可能性を、本章において総合的に取りまとめて評価づける。以上を踏まえて、中国東北部における今後の都市・住宅・家庭系のエネルギー消費、主に住宅エネルギー消費動向の予測に基づき、エネルギー・環境課題を整理するとともに、環境共生型都市の形成という視点に立ち、エネルギー・環境政策の今後の展開の在り方を提言する。

終章では、本論文のまとめとして、本研究で得られた成果の意義を要約するとともに、今後の研究展望について述べる。

本研究を通じて、これからの中国東北部の都市・住宅・家庭部門のエネルギー・環境対策においては、日本の水準並みの公害対策装置及び省エネ機器の普及を最大限に推進する必要があることに加えて、これまでトップダウン方式で進められてきた中国の省エネ対策を、今後は市民の立場に立ったボトムアップのものに発展させていくことが重要であると結論付けられる。特に、目下の住宅・家庭部門のエネルギー消費構造の変化や政府の政策展開のタイミング、そして市民意識が高まりつつある状況を総合的に勘案すれば、いまこそボトムアップ方式の省エネ政策が最も有効に作用し始める時期であると判断される。

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科
博士学位論文

中国東北部における都市・住宅用エネルギー消費
実態調査に基づく環境共生型都市の形成
に関する研究

A Study for Developing Environmentally Symbiotic
Cities in Northeast China, Based on the Results of
Surveys on Energy Consumption in Urban Sectors

2014年1月

馮 新玲

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科
博士学位論文

中国東北部における都市・住宅用エネルギー消費
実態調査に基づく環境共生型都市の形成
に関する研究

A Study for Developing Environmentally Symbiotic
Cities in Northeast China, Based on the Results of
Surveys on Energy Consumption in Urban Sectors

2014年1月

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科
環境政策科学研究

馮 新玲

目 次

序 論

研究背景及び研究目的

第 1 章 中国におけるエネルギー需給構造と環境保全の課題

- 1.1 全中国のエネルギー需給構造及びエネルギー・環境政策
- 1.2 中国の都市政策と住宅・家庭のエネルギー消費
- 1.3 東北 6 都市の地勢的・社会的特性及びエネルギー・環境的特徴

第 2 章 都市・住宅・家庭系の省エネ対策検討のシナリオ

- 2.1 日中両国におけるエネルギー・環境政策論の概括
- 2.2 エネルギー・環境対策検討のスコープ設定について
- 2.3 エネルギー・環境対策のシナリオ設定及び研究方法

第 3 章 都市エネルギー・インフラ改善と住宅性能向上による省エネ・環境改善の可能性

- 3.1 中国東北部の都市エネルギー・インフラ建設及び環境改善対策
- 3.2 阜新市における地域暖房システム導入等による環境改善効果の評価
- 3.3 地域暖房システム改善及び建物の断熱性能向上による環境改善効果の検討

第 4 章 中国東北部の住宅のエネルギー消費実態調査の結果と考察

- 4.1 阜新市内の 68 世帯に対するアンケート調査（2009 年）
- 4.2 東北部 5 都市と北京市におけるアンケート調査（2011～2012 年）
- 4.3 東北部 4 都市と北京市におけるアンケート調査及び電力消費量測定・調査（2012～2013 年）

第 5 章 市民の環境・省エネ意識の高揚についての日中比較分析

- 5.1 東北部諸都市及び北京市の市民の環境・省エネ意識調査の実施
- 5.2 環境・省エネ意識調査結果の日中比較分析
- 5.3 日本における情報的手法の効用と中国への適用

第 6 章 中国東北部における環境共生型都市形成に関する総合的な考察

- 6.1 21 世紀半ばまでの中国のエネルギー・環境の展望
- 6.2 中国東北 3 省・5 都市及び北京市のエネルギー・環境の進展
- 6.3 環境共生型都市ビジョンの実現に向けた分析結果と提言

終 章

1. 本研究の総括
2. 残された課題と今後の研究の展望

序 論

本研究の背景と必要性, 研究の目的, 本論文の構成

序 論

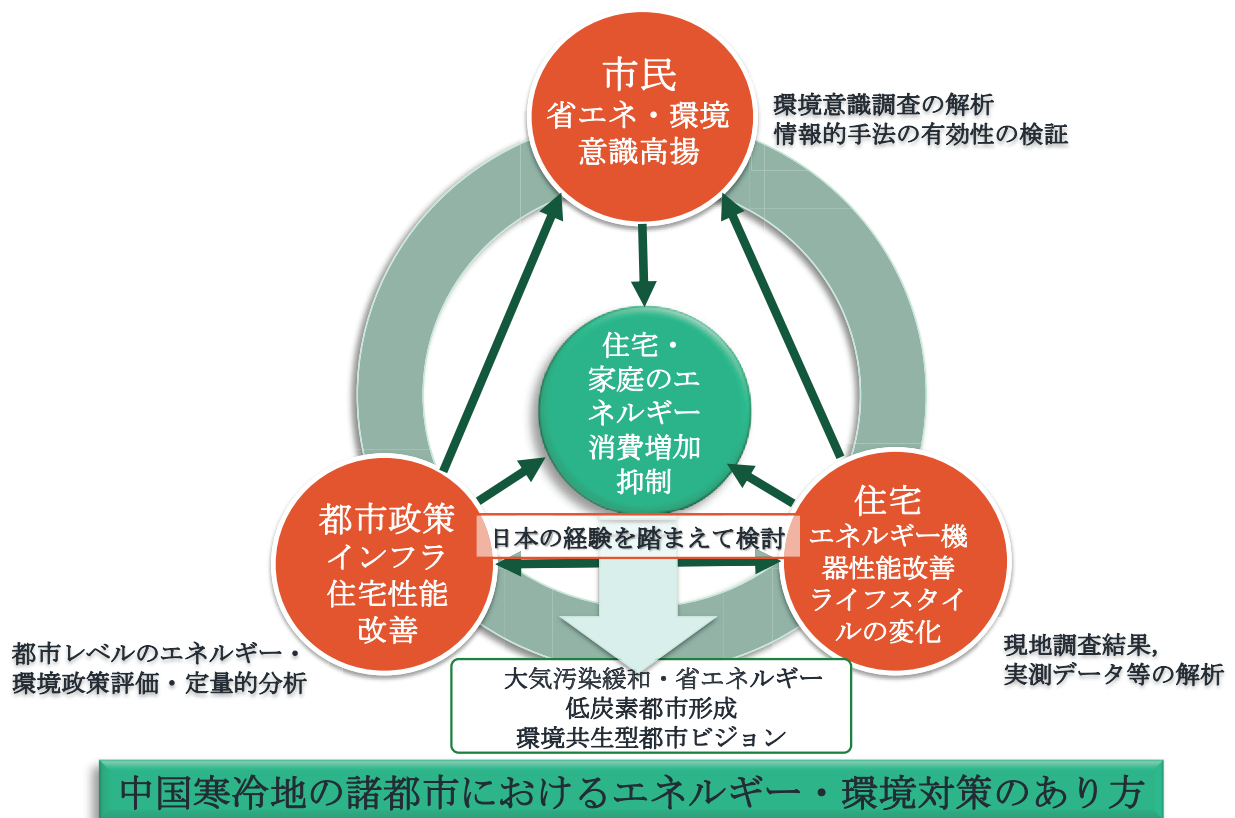
本研究の背景と必要性，研究の目的，本論文の構成

1. 研究の背景及び目的

中国東北部の諸都市では，石炭を主力とするエネルギー供給構造に加えて，寒冷地であるために暖房用エネルギー消費が大きい．これが大気汚染を悪化させ，温室効果ガスの排出量を押し上げている．生活レベルの向上に伴い，家庭部門のエネルギー消費の比率は急速に高まっており，住宅・家庭部門のエネルギー使用の合理化（以下「省エネ」という）対策は今後益々重要になる．

しかし，これまでの中国に関する省エネ研究の関心は主として産業部門に置かれており，住宅・家庭部門の省エネに関しては基礎となるデータが十分ではなく，したがって，住宅・家庭部門の省エネ対策に関する先行研究は少ない．

本研究は，主に中国東北部の6都市（瀋陽市，大連市，阜新市，長春市，哈爾浜市及び北京市）を対象として2009年から5年間にわたって実施してきた，家庭でのエネルギー消費実態調査及び市民の環境意識調査の分析・評価の結果に基づき，また，日中のエネルギー・環境政策と市民の環境意識の差異を把握しつつ，中国東北部の特徴を踏まえた，住宅・家庭部門における有効な省エネ対策の進め方を分析的に考察する．今後の中国の寒冷地諸都市におけるエネルギー・環境対策の在り方に関して提言することを目的とする．



(注) 3つの視点の相互関係と論文の最終目標との関連について

本研究における住宅・家庭部門の省エネの可能性の検討は、

- ①都市政策とインフラ整備に関する要素（地域暖房導入と集合住宅のエネルギー性能）、
- ②家庭における各種エネルギー消費機器の普及に関連する要素（製品性能とライフスタイル）、
- ③市民の環境・省エネ意識の水準に関連する要素（市民の意識高揚）

の3つの視点から進めることとする。

2. 研究概要

本論文は、序論及び7章から構成される。

序論においては本研究の必要性や目的を中心に述べる。

第1章では、研究の背景をなす中国のエネルギー消費動向とエネルギー・環境政策の現状と将来展望を、主に統計資料、先行研究などを参考とし、また、独自のデータ解析を加えつつ概略述べるとともに、研究対象である東北部6都市の概況及び住宅・家庭部門のエネルギー消費の特徴を簡潔に示し、第2章以下の導入部とする。

第2章では、本研究のスコープ（範囲）を（東北部6都市）×（住宅・家庭）に絞り込むに当たっての前提条件の整理を行う。また、省エネ・大気系（大気汚染及び二酸化炭素（CO₂）排出）の環境改善の方策を検討する場合の切り口を、①都市政策とインフラ整備に関する要素、②家庭における各種エネルギー消費機器の普及に関連する要素及び③市民の環境・省エネ意識の高揚に関連する要素、の三つに焦点をあてることの合理性を明確にするとともに、全体のシナリオを描くための予備的な検討結果を整理する。

第3章では、第1章における大気汚染/CO₂排出量とエネルギー消費の関係を地域の地勢的な条件等を踏まえて、都市インフラと住宅性能の向上による省エネの可能性とそれを阻害する要因を分析する。

具体的には発電所、熱供給施設といった大規模エネルギー施設への大気汚染対策の実施と地域暖房の導入による環境改善効果について最近の事情を評価づける。特に阜新市をケーススタディとして大気汚染（SO_x, PM等）及びCO₂排出量削減効果を評価する。

寒冷な東北部の諸都市では暖房用のエネルギー消費の比率が著しく、しかもユーザーの省エネ意識が行動と結びつかない地域暖房システムであることが省エネのネックになっていることを証明する。また、住宅の断熱性能の向上がもたらす省エネ効果を推定する。

第4章では、東北部の諸都市の家庭でのエネルギー消費実態を把握するため実施した過去3回（2009, 2011, 2012年）のアンケート調査データと、ワットチェッカー及び省エネナビによる実測調査データを集計する。その結果に基づき中国の家庭用のエネルギー消費の実態と特性を分析する。アンケート調査の結果は第1, 2, 3章で取り上げた中国の国内事情と突合しながら評価づけるとともに、世帯ごとの生活パターンと電気の消費量の変動についても日本の新潟県での同様の調査の結果と比較分析しつつ考察する。また電気、ガス、地域暖房のエネルギー消費が都市間の差異について詳細な分析を行う。なお、アンケート調査では市民の環境保全・省エネ意識も質しており、本章でも一部触れながら解析を進める必要があるが、市民の環境・省エネ意識に関する詳細な分析は第5章において行うこととしている。

第5章では、まず第4章で述べた中国東北部6都市でのアンケート調査結果に基づいて、市民の環境保全と省エネに関する意識の分析を行う。次に、東北部6都市の市民の環境・

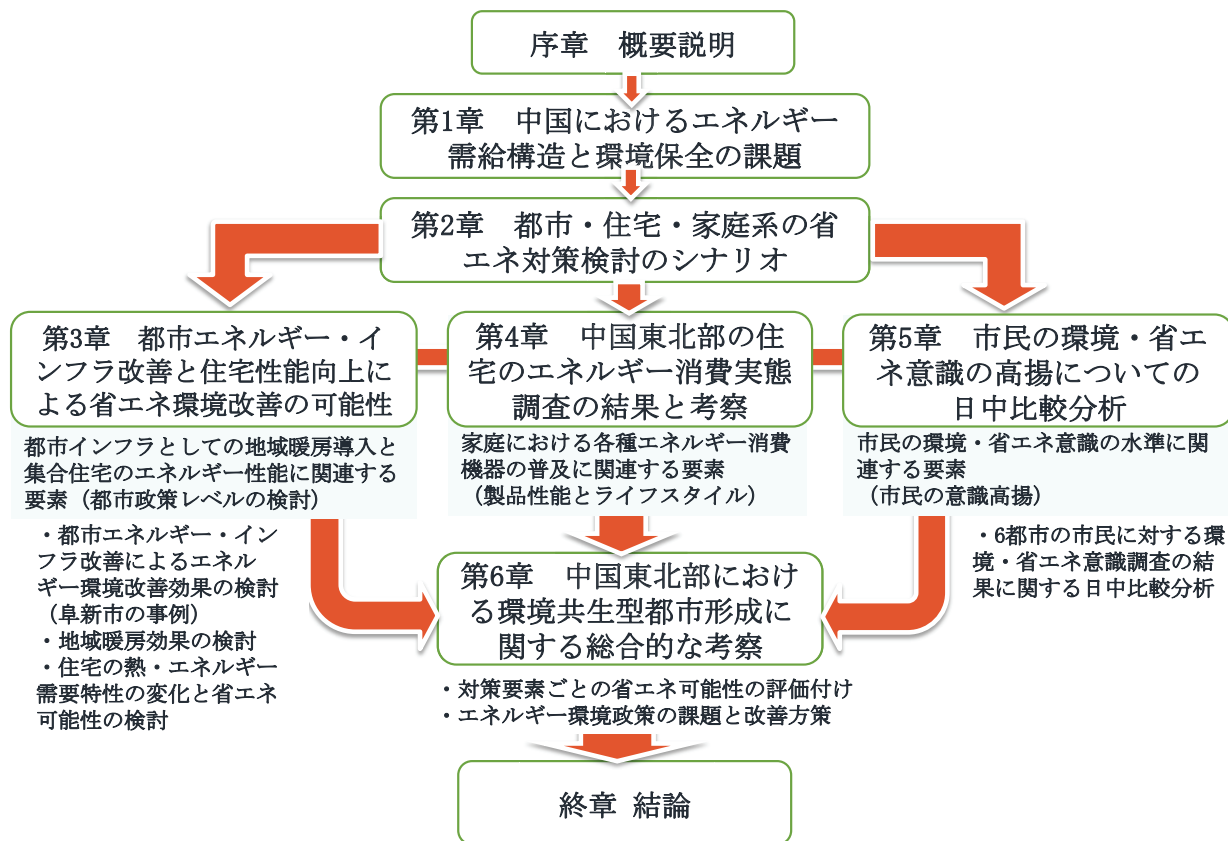
省エネ意識の集計結果を、日本政府がこれまでに実施した環境意識調査と比較しつつ検討する。さらに、市民の環境・省エネ行動の誘導を図るために特に重要視されている、情報的手段の政策的な特徴と効果について、日本の温暖化対策のプロセスを追跡しつつ考察する。最後に日本の経験を参考にしながら、中国における情報的手段の活用の可能性と実施上の課題について検討し整理する。

第6章では、前章までの調査・分析結果を踏まえて、2050年までの中長期的な将来を見通しつつ、今後の中国東北部におけるエネルギー・環境対策の可能性について総合的に評価する。第3章の都市エネルギー・インフラの改善、住宅性能の向上、第4章のエネルギー消費機器の性能向上、第5章の市民の意識高揚の三つの対策要素ごとに分析してきた省エネ可能性を、本章において総合的に取りまとめて評価づける。以上を踏まえて、中国東北部における今後の都市・住宅・家庭系のエネルギー消費、主に住宅エネルギー消費動向の予測に基づき、エネルギー・環境課題を整理するとともに、環境共生型都市の形成という視点に立ち、エネルギー・環境政策の今後の展開の在り方を提言する。

終章では第6章までで得られた結論を政策的に評価付けるとともに、残されたいくつかの課題を整理する。さらに、本研究の今後の展開の方向性について記述する。

本研究を通じて、これからの中国東北部の都市・住宅・家庭部門のエネルギー・環境対策においては、日本の水準並みの公害対策装置及び省エネ機器の普及を最大限に推進する必要があることに加えて、これまでトップダウン方式で進められてきた中国の省エネ対策を、今後は市民の立場に立ったボトムアップ型のものに発展させていくことが重要であると結論付けられる。

【論文の全体構成（フローチャート）】



第 1 章

中国におけるエネルギー需給構造と環境保全の課題

第 1 章 中国におけるエネルギー需給構造と環境保全の課題

〔第 1 章の全体構成について〕

第 1 章では現在の中国のエネルギー需給動向と、それに伴って生じる環境保全上の主要な課題を整理し、本研究の位置付けとねらいを明らかにする。

まず、**1.1 全中国のエネルギー需給構造及びエネルギー・環境政策**では、中国政府や国際機関、研究機関の公表資料、先行研究などに基づいて、近年の中国におけるエネルギー需要の急増と、その過程で生じているエネルギー供給構造の変化、そして 2030-2035 年頃までの将来にわたるエネルギー展望等を明らかにするとともに、エネルギー消費に伴う環境負荷の特性 - とりわけ大気汚染物質及び主要な温室効果ガス（GHG：Green House Gases）である二酸化炭素（CO₂）の排出 - に注目しつつ考察を行う。また、現時点での中国政府のエネルギー政策とそれに関連する経済政策及び環境政策について、基本的な方針と計画の概略についても整理して記述する。本節の記述を通して、石炭に強く依存する典型的な開発途上国型のエネルギー供給構造がもたらす、さまざまなエネルギー・環境問題の特性を明らかにし、また、それに取り組む中国の関連諸政策についても評価付けを行う。

つぎに **1.2 中国の都市政策と住宅・家庭エネルギー消費**では、本研究の中心的なテーマとしてとりあげる、都市・住宅部門でのエネルギー消費の動向と特徴を明らかにするため、関連する基本情報を体系的に整理する。本論文で着目する都市・住宅部門のエネルギー消費は、もっぱら中国の都市部の住宅・家庭に供給され、そこで消費される熱・電力・ガス等であり、自動車や鉄道の使用に伴う運輸部門のエネルギー消費を除外したものである。中国では都市住宅の集合住宅化を進めることがすなわち住宅近代化の政策方針となっているが、1990 年代末以降に急速に進んだ住宅の近代化によってエネルギー消費が急増してきた事情を明らかにする。また、中国の現在の都市・住宅部門のエネルギー消費量のレベルが、何年頃の日本のそれに相当するものであるかを、家電品の普及状況等を指標にして考察した。

さらに **1.3 東北部 6 都市の地勢的・社会的特性及びエネルギー・環境的な特徴**では、中国東北部 3 省（遼寧省、吉林省、黒龍江省）に絞り込んだ場合の、当該地域のエネルギー需給の状況と、都市部の住宅におけるエネルギー消費を規定する自然的及び社会的な状況を整理して述べる。また、本研究の中心課題を都市・住宅におけるエネルギー消費に置いていることから、東北 3 省の中核的な都市を取り上げてその地勢的な特徴と経済的発展度など、エネルギー消費と関連する事項を比較しつつ整理した。なお、本論文全体を通じて特に対象とする都市は、3 省の省都である瀋陽市（遼寧省）、長春市（吉林省）及び哈尔滨市（黒龍江省）のほか、大連市（遼寧省）、阜新市（遼寧省）及び首都北京市の計 6 都市である。大連市を加えたのは、他の東北部 4 都市が内陸部に立地し厳寒な気候であるのに対して、渤海湾に面していて海洋性の比較的穏やかな気候条件下にあり、エネルギー消費構造を対比的に分析するために適切と考えたからである。また、阜新市を加えたのは、本研究の初期段階から都市エネルギー・インフラに関する情報収集に努めてきており、潤沢な情報を得ることができたためである。さらに、首都である北京市は、エネルギー供給及

び消費実態についても、市民のエネルギー・環境問題への意識などにおいても、東北部 5 都市とは大きく異なっていると考えられるため、コントロール（対照）として、本研究の対象都市に含めることにしたものである。

1.1 全中国のエネルギー需給構造及びエネルギー・環境政策

エネルギーは人類の文明と進歩を支える物質的基礎であり、現代社会の発展に欠くことのできない基本条件でもある。全ての国民がともに豊かになっていく過程で、エネルギーの安定的な確保は一貫して重大な戦略問題の一つとなっている。中国のこれまでの急速な経済成長も、急増する需要に見合うエネルギー供給が確保できたために実現されたものである。国際比較できる最新年（2010 年）のデータに基づいて中国のエネルギー消費量をマクロにみると次のようになっている。中国の 2010 年における一次エネルギー消費量は 22.75 億 toe（石油換算^ト）で、米国と並んで国別消費量では世界最大となった。中国のエネルギー消費量は世界の約 20% を占め、アジア諸国の総エネルギー消費の過半を占めている。ちなみに日本と比較すると、日本の 2010 年の一次エネルギー消費量は 5 億 toe 弱で中国の四分の一以下にとどまっているが、一人当たりの消費量になおすと中国の消費量はいまだ日本の 4 割程度である。量的な問題だけでなく、中国の一次エネルギー供給は現在のところ著しく石炭に偏っている。全国的には一次エネルギー供給の 7 割を石炭が占めている。このことが大気汚染物質及び温室効果ガス（二酸化炭素（CO₂））の排出強度を高めている。以下、本節では中国における現在のエネルギー需給構造の特徴とそれに伴う環境保全上の課題について総覧しつつ、本研究の背景事情を体系的に整理することにする。

1.1.1 中国のエネルギー消費構造

中国経済は「改革開放」による市場経済化政策の実施（1978 年）以来、今日まで予想を超える速さで成長を遂げてきた。とりわけ、1984 年から 2000 年までの 17 年間にみられる実質国内総生産（GDP）は年平均 2 桁台の伸びを記録し、2000 年以降も急速な伸びを続けてきた。そして 2012 年には GDP で比較するとアメリカに次ぐ世界第 2 位の経済規模の国になった。この過程で中国のエネルギー関連事業も長足の発展をとげてきた。

世界のエネルギー消費の趨勢は OECD 諸国では伸び率が低く、開発途上国で高いものとなっている。また、石油に頼らざるを得ない輸送用燃料を除き、発電用燃料等では脱石油化の努力が多く、国で進められているが、先進国では温暖化対策への配慮から天然ガスの利用が拡大しており、一方で開発途上国では価格の安い石炭の利用が拡大している。

その中で、中国は世界最大のエネルギー生産国であり、とりわけ石炭については米国、ロシアに次ぐ世界第 3 位の可採埋蔵量を有していて、長らく世界最大の産炭国となってきた。かつて中国政府が石炭の需給バランスの確保と石炭価格の安定化を目的に、小規模炭鉱を中心に違法採掘炭鉱と赤字炭鉱を閉山したために、1996 年以降の一時期、中国での石炭生産量は落ち込んだが、2001 年以降、国内消費の急増に応じるため生産量を再び伸ばしてきた。その結果、2011 年の世界の石炭生産量約 77 億^トのうち約 45% が中国で生産されており、二位の米国の 13% を大きく上回る状況にある。このように石炭の増産が続いているものの、国内需要の急増には追いつかず、2003 年には世界第 2 位で約 1 億^トであった

石炭輸出は、2011年には1,300万トンを余りまで減少した。

2000年以降のエネルギー消費の急増は二桁代の経済成長への突入と時期的に対応しているが、それに伴いこれまで世界最大の産炭国であった中国は、国内のエネルギー消費を賄うために2008年以降は石炭の輸入国に転じた。2009年以降も石炭の輸入量は増加を続けており、2011年に日本を抜いて世界最大の石炭輸入国となり、2012年の輸入量は3億トんに近く達している。これに伴い中国の一次エネルギーの自給率は1980年の104%を最高に、その後は徐々に低下し、2000年には96%、そして2010年には90.6%となっている。

中国は石炭、電力、石油・天然ガス、および新エネルギー、再生可能エネルギーを全面的に発展させるエネルギー供給体制を形成しており、その結果、エネルギー供給全般のサービスレベルは大幅に向上して、人々の生活用エネルギー利用の条件は非常に大きな改善をみている。エネルギー供給が経済成長に見合っただけで伸びてきたことが、貧困の撲滅、民生の改善、そして経済の長期にわたる安定的で急速な発展を図るための強い原動力になってきたとされている。

しかし、高度経済成長に伴う国内のエネルギー消費量の増加傾向をみると、GDPのエネルギー弾性率は日本に比べればまだ低く、環境的にも経済的にも改善が必要となっている。また、気候変動枠組条約（UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change）や京都議定書（Kyoto Protocol）によって構築されている国際的な枠組に大きな影響を与えるため、温暖化問題に対する中国の方針が注目されてきた。そうした中で、京都議定書の第一約束期間（2008-2012年）の後の、世界の温室効果ガス（GHG）の削減目標を議論する重要な場となった、2009年の気候変動枠組条約の第15回締約国会議（COP15: コペンハーゲンで開催）での温家宝首相（当時）の国際的な公約は現在においても極めて重要な意味をもっている。COP15で中国政府が示した目標値は、2020年までにGDP当たりのCO₂の排出量を2005年に比べて40~45%削減するというものである。これは、温暖化対策の推進とともに、化石エネルギーの効率的な利用を促進する方針を、第12次5カ年計画期間を超えて内外に示したものとして重要なものとなっている。

2011年の中国の一次エネルギー総生産量は標準炭換算で31億8,000万トン(tce) (22.26億toe(石油換算))で世界第一位であった。このうち、原炭生産量は35億2,000万トン、原油生産量は2億トンを維持し、石油製品の生産量は2億7,000万トンに達した。また、天然ガスの生産量は急速に増加して1,031億立方メートルに達している。電力の発電設備容量は10億6,000万kWで、年間発電量は4兆7,000億kWh時に達した。エネルギーの総合輸送システムの整備も急速に進んでいる。石油パイプラインの総延長は7万kmを超え、天然ガスのメインパイプラインの総延長は4万kmに達した。電力の送電網はほぼ全国の相互接続を実現し、330kV以上の送電線の総延長は17万9,000kmに達した。国家石油備蓄第一期プロジェクトが完成し、エネルギーの緊急対応能力はたえず強化されている。¹

その一方で、中国のエネルギー資源の開発は多くの課題に直面している。現在国内で採掘される石炭は発熱量が少ないためエネルギー資源としての質は元々低いが、加えて、人口が多いために一人当たりで見れば石炭、石油、天然ガスともに可採埋蔵量はかなり少ないことになる。このため近年におけるエネルギー総消費量の急増は、エネルギーの安定供

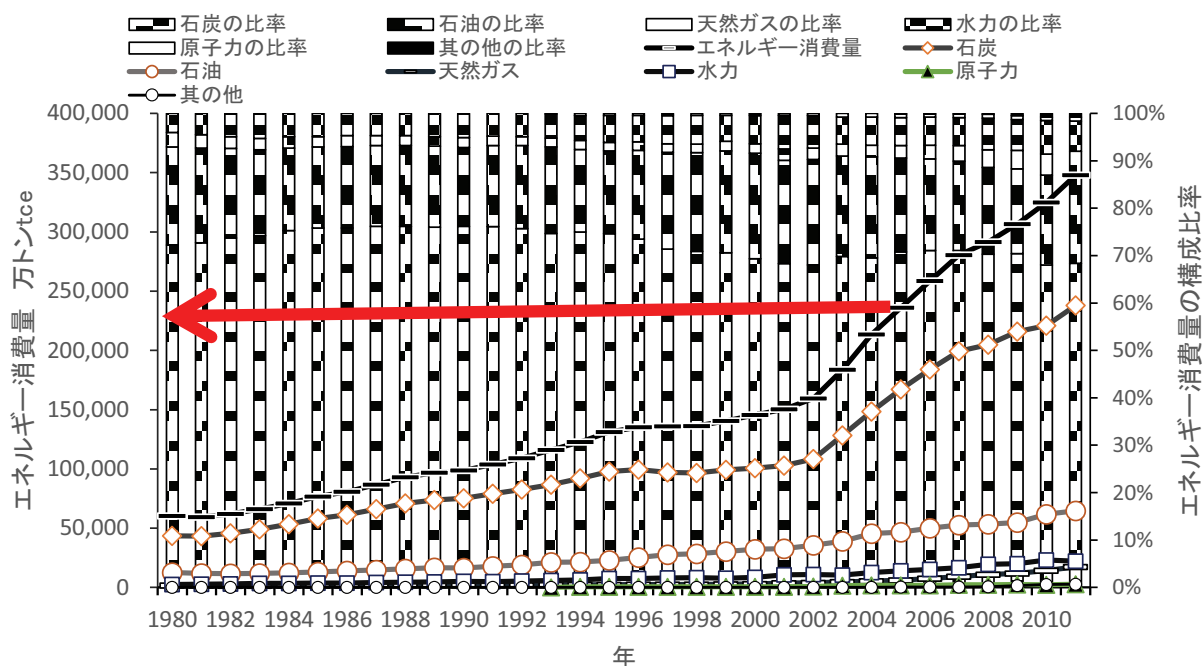


図 1-1-1 中国エネルギー消費推移及びエネルギーの構成率

出所：中国能源統計 2011²

給に対するプレッシャーを増してきている。また、化石エネルギーの大規模な開発利用が生態環境に及ぼす影響も懸念されている。

エネルギー消費の急増に伴う環境負荷の増大について考察してみる。化石エネルギー、特に石炭の大規模な開発と利用は、生態環境に大きな影響をもたらしてきた。多くの耕地が汚染されて破壊され、水環境の汚染は激甚で、二酸化炭素 (CO₂)、二酸化硫黄 (SO₂)、窒素酸化物 (NO_x) や有害な重金属が大量に排出され、オゾン (O₃) および微小粒子状物質 (PM_{2.5}) などによる汚染が深刻化している。今後のかかなり長期的な将来にわたり、化石エネルギーは依然中国のエネルギー構造の中で中心的な地位を占めるため、大気汚染及び水汚染の防止、生態環境の保護、気候変動への対応などのプレッシャーが日増しに重大性を増しており、グリーン・エネルギーへの転換や低炭素化の推進等が差し迫ったエネルギー・環境課題となっている。

また、資源の制約による矛盾が際立ってきている。中国の一人あたりエネルギー資源保有量は世界で比較的低いレベルにあり、石炭、石油、天然ガスの一人あたり保有量は、世界の平均レベルのそれぞれ 67%、5.4%及び 7.5%である。近年の中国のエネルギー消費の伸びはかなり速いものの、現在の一人あたりのエネルギー消費レベルはまだかなり低く、先進国の平均レベルのわずか 3 分の 1 から 4 割程度にすぎない。経済・社会の発展および人々の生活レベルの向上に伴い、将来のエネルギー消費は大幅に増加し、資源の制約はますます深刻化していくものと見込まれている。³

このため、エネルギー資源の過度な消耗を減らし、経済、社会及び生態環境の三つの面でバランスがとれた持続可能な発展を実現するために、中国は 2001 年から開始された第 10 次 5 年計画以降、省エネルギーの推進と環境汚染物質の排出削減への取り組みを絶え

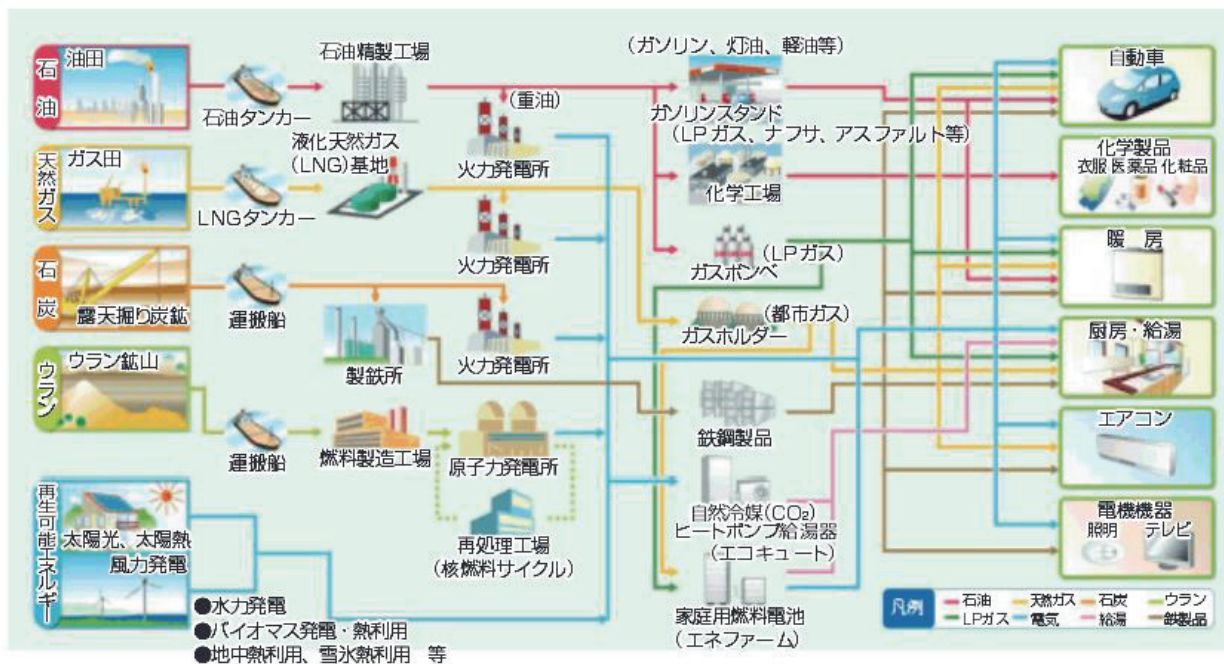


図 1-1-2 エネルギー資源の供給過程と利用形態

出所:資源エネルギー白書 2013

ず強化し、エネルギー利用効率の向上に努め、単位国内総生産（GDP）あたりのエネルギー消費量は年ごとに改善している。単純な計算をすれば、現在の中国の GDP は世界の 9% を占めるが、石油の消費は世界の 11%、石炭は約 5 割を消費し、一次エネルギー消費は世界の 2 割を占めているため、エネルギー消費の効率は世界平均の半分以下となる。このため、中国政府は科学的発展ビジョンを指針とし、発展方式を確実に転換させ、資源節約型で環境にやさしい社会の建設に力を入れ、エネルギー技術の刷新と体制の革新を通じて全面的にエネルギー効率を高めるとともに、新エネルギーと再生可能エネルギーの発展にも力を入れ、石炭を始め化石エネルギーのクリーンで高効率な開発利用を推し進めている。また、安全で安定的で経済的な、しかも環境的にクリーンな近代的なエネルギー産業システムの構築に努めてきた。国を挙げて「小康社会（ややゆとりのある社会）」の建設に取り組む中国にとっては、より確実なエネルギーの安定供給を確保し、世界経済の健全な発展によりいっそう貢献していく必要がある。

1.1.2 都市部への人口集中に伴う新たなエネルギー・環境問題の台頭

図 1-1-3 からわかるように、中国は世界第一のエネルギー消費国であるとともに、供給面においても自国内のエネルギー資源の開発につとめ、最近の輸入量の増大にも関わらず、エネルギー自給率は 2010 年においてなお 90% 前後を維持している。中国のエネルギー資源の開発は国内の経済・社会の発展を保障するだけでなく、世界のエネルギーの安全保障に大きな貢献をしてきた。今後しばらくの間は、中国は依然として工業化、都市化の加速的な発展段階にあると見られ、エネルギー需要も引き続き増加すると見込まれるため、エネルギーの安定供給の課題はいっそう厳しさを増していくとみられる。

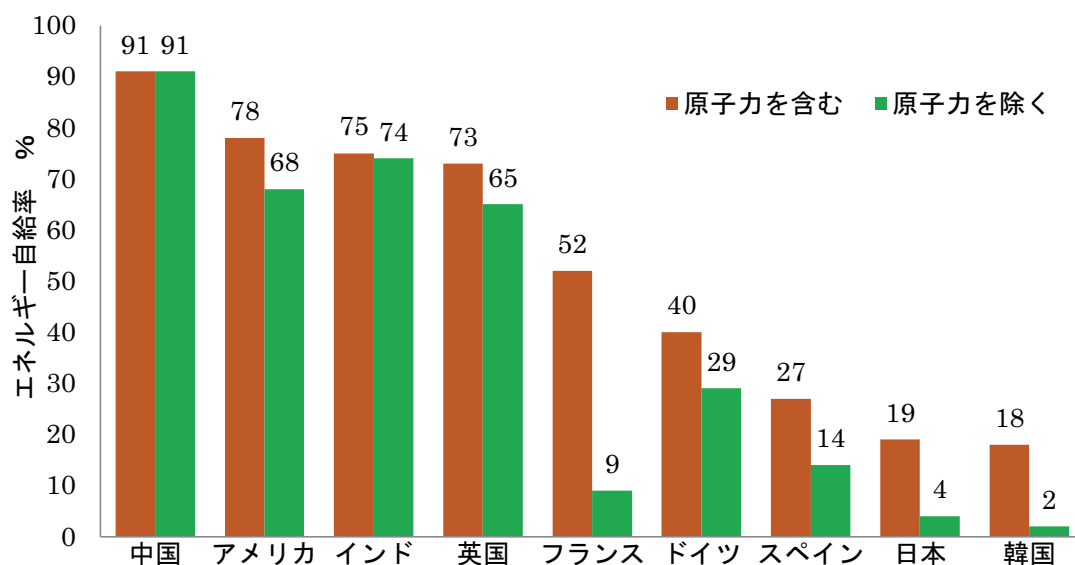


図 1-1-3 主要国のエネルギー自給率の比較 (2010 年)

出典：IEA, Energy Balance of OECD Countries, Energy Balance of Non-OECD

中国は世界最大の人口大国であり、2008 年末の総人口は 132,802 万人、そのうち都市居住する人口（都市人口）は 60,667 万人（総人口の 45.7%）である。また、中国の人口は今後もしばらくは増加を続け、2030 年には総人口が約 15 億人に達し、その後ようやく人口が減少すると予測されている。2030 年のピーク人口のうち都市人口は 9 億人（総人口の 60%）から最大 11 億人（先進国並みの 70%）に達するとみられている。したがって、中国における今後のエネルギー消費の伸びは都市部においてより急速に生じる。

今後の中国の人口増加と農村部から都市部への大量の人口移動、経済成長に伴う所得の増加とライフスタイルの変化等によって、建築分野（特に住宅）における化石燃料の消費と電力エネルギーの需要は、人口増加の数倍も速度で増大する可能性があると考えられている。また、こうした都市でのエネルギー消費の増加に伴って、温室効果ガス（特に CO₂）排出量の増加率は現在以上に高まると見込まれている。社会・経済の成熟に伴って、このように産業部門の増加率よりも、むしろ民生・運輸部門あるいはエネルギー転換部門や都市インフラ部門での CO₂ 排出量の伸び率が大きくなる傾向は、1990 年以降の日本においても確認されているところであるが、中国においても日本と同様の傾向をたどることが見込まれる。

したがって、民生部門からの温室効果ガスの排出増加の抑制及び削減対策は急務となっている。また、古典的な大気汚染（硫黄酸化物 (SO_x)、窒素酸化物 (NO_x)、TSP, SPM, PM₁₀, PM_{2.5}) などへの対策も、中国の都市部の環境対策において今後ますます重要な課題となってくると考えられる。さらに、数年前から中国からの移流とみられる高濃度の地上オゾンが広く西日本地域一帯で観測されている。こうした長距離のオゾンの移流現象の顕在化は、中国の大気汚染としてはこれまで産業型公害が問題視され、硫黄酸化物汚染や酸性雨が主に議論されてきた時代から、大気中の窒素酸化物と炭化水素の光化学反応から

生じる光化学スモッグなどの都市型公害が、同等程度あるいはそれ以上に重要な問題とされるべき時期に入ったことを示している。したがって、これら都市に関連する分野での省エネルギーと再生可能エネルギー導入、良質燃料の確保や化石燃料の低炭素化がこれからの中国にとって最重要な課題となってくると考えられる。

1.1.3 発電部門のエネルギー供給構造及び熱供給事業

以上みてきたように中国の現在のエネルギー需給の構造は、極端に石炭への依存度が高いものとなっている。2010年においては、全エネルギー消費のうち石炭利用が7割を占めており、また、発電部門においては約78%を占めている。発電部門では比較的炭比率が高い米国の46%、ドイツの44%と比較しても、特段に石炭依存率の高い国となっている。

このように高炭素型でかつ大気汚染物質の排出強度が高いダーティな発電部門のエネルギー供給構造を是正するためのエネルギー・環境対策としては、①低炭素型の化石エネルギーの利用拡大、②再生可能エネルギーの利用拡大、③原子力発電の普及がある。このうち、原子力発電所の建設については、2012年6月現在において稼働中の原発は15基でその合計出力は1,253万kW、建設中が26基（合計出力2,924万kW）、計画中が51基で、2011年における原子力発電の電源構成比率は1.1%にとどまっている。現在の中国政府の計画によれば2020年までに原子力発電規模を8,600万kWに引き上げることとされている。なお、東北部3省においては現在建設中の原子力発電所が遼寧省の沿岸部に一か所（紅沿河：108万kW×4基、2012～2014年に運開予定）あり、まもなく運転開始予定である。

一方、中国の再生可能エネルギーで最も比率が高いのは水力で、2011年の設備容量は23,000万kWで電源構成上の約22%を占める。次いで風力が4,500万kWで電源構成比では4.3%となっている。2013年の日本の資源エネルギー白書によれば、2012年時点での世界の風力発電所の設備容量は2億8,248万kWに達しており、中国が米国の21.3%を上回って26.7%を占め、世界最大の風力発電の導入国となっている。（表1-1-1）

表 1-1-1 2011年の中国の発電規模の電源別内訳

電源種類	万 kW（構成比）
火力発電所	76,546（72.5%）
水力発電所	23,051（21.8%）
風力発電所	4,577（4.3%）
原子力発電所	1,188（1.1%）
太陽光発電	214（0.2%）
合計	105,576（100%）

出典：郭 四志 中国原子力発電の状況とゆくえ⁵

中国のエネルギー消費形態のもう一つの大きな特徴は地域熱供給事業の発達である。熱供給（地域冷暖房）はオイルショック後に、特に欧州において飛躍的に発展してきた。熱源として、化石燃料だけでなく、再生可能エネルギー、廃棄物焼却の排熱、工場排熱等が

利用できるほか、熱電併給もできることから、石油依存度の低減、エネルギー自給率向上、集中的な排ガス対策の実施といった環境面からの有効性が注目されてきている。

中国は世界で1位のロシア(6.9EJ)につき、最も大規模に地域暖房が普及した国であり、2009年の年間熱供給量はおよそ2.6EJ(EJ=10¹⁸Joule)である。日本の地域暖房の導入は札幌市、千葉市、東京都内、名古屋市、大阪市、神戸市、福岡市など、ビル空調用の熱消費密度が高い大都市の中心地区にとどまっており、年間熱供給量は23PJ(PJ=10¹⁵Joule)にすぎない。しかも、中国の地域暖房の普及の特徴はビルの空調用だけでなく、住宅への供給量が大きいことにある。このため本研究においては、寒冷地への地域暖房の導入による環境効果を分析・考察することが重要であることから、第3章においては阜新市をケースとして詳しい検討を行うこととしている。

1.1.4 中国のエネルギー需要及びCO₂排出量の増加予測

中国、インドの高度経済成長が続けば、アジアのエネルギー需要は大きく増大し、それによって世界のエネルギー需給バランスを大きく変化させて、国際エネルギー市場を不安定化させる可能性が懸念されている。IEA World Energy Outlook (IEA:国際エネルギー機関: International Energy Agency) の Energy Balance of OECD/Non-OECD Countries (2012) では2035年における世界のエネルギー需給見通しが示されている。また、それを踏まえて(財)エネルギー経済研究所が行った2035年のエネルギー需給見通しの試算結果も公表されている。こうしたデータに基づいて2035年の中国のエネルギー需給の状況を推定すれば以下のようなになる。⁶

現在の中国の人口増加率は0.4%/年で、前述のように2030年頃にピークアウトし、2035年には14億6千万人になる。また、2008年~2035年までの中国のGDPの成長率は年率8.7%と見込まれる。世界の一次エネルギー供給は2008-2035年の期間に年率1.6%増加し、113億toeから173億toeへと1.5倍に増大する。その増加量の約9割が発展途上国を中心とする非OECD諸国が占めると予測されている。このうち6割がアジアにおけるエネルギー消費の増加量と予測され、その中でも特に中国のエネルギー消費は現在の19億toeから倍の38億toeへと増加する。これはアジア地域全体のエネルギー消費の51%に相当する量である。この時点での中国のエネルギー源別の内訳は、温暖化対策などの政策的な努力を組み込んだ場合(New Policy)、石油と石炭の消費量がほぼ同水準になるとも見込まれている。また、中国の2035年における一次エネルギー消費はレファレンスケースで39億toe程度、技術進展を見込んだ場合では30億toe程度と見込まれる。また、最終エネルギー需要でみるとレファレンスケースでは24億toeを超え、省エネ努力を見込んだ場合では20億toeを超える程度とされている。また、最終エネルギー需要を分野別にみると、工業部門の伸びは産業構造の転換が予想されることと、省エネが進むことから比較的穏やかであるが、交通部門のエネルギー消費が2010年-2035年の間に三倍近くも伸びる。ビル、住宅部門の伸びは全国的にみると、石炭、石油の直焚きが減り、ガスと電力消費が急速に増加することが見込まれている。しかし、国産エネルギーの利用を重視する政策もあり、地域的な差異に留意する必要がある。(以上、表1-1-2参照)

また、2035年における中国のCO₂排出量の抑制が、どのような手段によってどの程度

表 1-1-2 2035 年の中国のエネルギー需要の予測

項目			エネルギー需要 Mtoe				%	
			新対策 (NPS)		効率化世界シナリオ (EWS)		NPS 対 EWS の比率	
	2000	2010	2020	2035	2020	2035	2020	2035
消費総量	824	1506	2099	2402	1983	2087	-6	-13
石炭	305	514	564	478	541	432	-4	-10
石油	184	357	544	677	538	583	-3	-14
ガス	12	57	161	269	151	241	-6	-10
電力	92	300	544	736	484	611	-11	-17
熱力	25	64	80	74	75	66	-6	-11
再生可能エネルギー	205	213	198	168	194	154	-2	-8
産業	331	714	1001	1090	945	968	-6	-11
石炭	216	401	447	385	431	356	-3	-7
石油	32	48	63	63	60	58	-6	-7
ガス	5	16	79	120	74	111	-6	-8
電力	60	203	356	472	327	396	-8	-16
熱力	19	45	56	50	53	45	-6	-10
再生可能エネルギー	0	0	0	0	0	0	-	-
運輸	87	184	351	517	342	430	-3	-17
石油	82	169	323	460	315	381	-3	-17
電力	1	3	10	19	10	18	0	-2
バイオ燃料	-	1	6	22	5	18	-3	-19
その他の燃料	4	10	12	16	12	12	-4	-21
建築	323	452	522	586	483	483	-9	-18
石炭	59	68	67	44	27	27	-12	-39
石油	25	49	53	39	29	29	-7	-25
ガス	3	24	56	110	94	94	-8	-14
電力	26	81	162	226	178	178	-19	-21
熱力	7	19	23	24	21	21	-6	-12
再生可能エネルギー	205	211	191	144	135	135	-2	-7
その他	82	156	196	208	195	207	-0	-1

出典：World Energy Outlook 2012⁷

可能であるかについては、財エネルギー経済研究所の試算結果がある。それによれば、2009年には69億トンをであったCO₂排出量は、2035年にはレファレンスケース(現行対策ケース)で110億トンにまで6割も増加する。これに技術の進展を最大限に見込むと43億トン(約40%)の削減が可能であると期待でき、その結果67億トン程度にまで抑制することができるとしている⁸。この場合の、抑制技術別の削減効果の内訳として最も効果が大いなのは省エネの進展であり、全体の排出増加抑制量の55%(12億トン)を占め、次いで原子力の導入による効果が12%(5億トン)、風力・太陽光発電等の再生可能エネルギーの導入促進による効果が9%(4億トン)、低炭素燃料への転換による効果が9%(4億トン)、バイオ燃料の導入による効果が2%(1億トン)としている。その他、IEAは技術的な不確実性が大いだと評価しているもののCCS(Carbon Capture and Storage)による効果は14%(6億トン)と見込まれている。

以上のような中国全体のマクロなエネルギー消費の将来的な伸びとCO₂排出量の伸び、そしてCO₂排出の削減対策に係る技術進展の見通し等は、本研究において検討を進めるに当たって基礎的なフレームとして勘案していく必要がある。

1.1.5 中国のエネルギー政策

このような状況の中で、中国政府は国内の経済成長における、エネルギー確保に関する危機感と化石エネルギー資源(特に石炭)の過剰な採掘による環境汚染問題や生態系のバランス破壊などの問題への対策のために、様々な政策を打ち出してきた。省エネの推進を図るための基本法として、1998年1月には「資源節約を国策にする。資源の節約と開発が平衡するエネルギー発展戦略のなかで、節約を首位に位置づける」といった取り組み方針を明確にした「改正省エネ法」を2008年に施行している。

最初の省エネ法(1997年)が形骸化される中で、初の全面的な省エネ政策として2004年6月に「エネルギー中長期発展計画(2005~2020年)」が、省エネを管轄する発展改革委員会・資源節約環境保護司によって策定された。本計画においては、以下のような方針が強調されている。

- ① 省エネルギー(以下「省エネ」と略称)を最重要な対策とし、エネルギーの利用効率を高める。
- ② エネルギー構造を最適化し、エネルギー源の多様化戦略を実施する。
- ③ エネルギー資源開発の地域的な配分を合理的に進める。
- ④ 国際協力を進めつつ、国の内外のエネルギー資源を活用する。
- ⑤ 技術革新・イノベーションを推進する。
- ⑥ 環境保護を強化し、資源の制約と環境負荷に努める。
- ⑦ エネルギーの安全保障を重視し、エネルギー供給の多様化を進める。
- ⑧ エネルギー開発をバックアップする。

本計画に盛り込まれた事項は、これまでの省エネの問題点と必要性を指摘した上で、GDP当たりのエネルギー消費量の削減率を2003~2010年の期間に年率2.2%、2010~2020年の期間に年率3%という目標を設定した。鉄鋼、発電、自動車などエネルギー多消費型産業についても、エネルギー消費効率向上2020年目標を設定した。これらの目標を実現するために、「10大省エネプロジェクト」、「エネルギー多消費企業省エネ管理」、「自動車

燃費向上」などを実施するほか、産業構造の調整、市場メカニズムの改善などを定めている。この「省エネ計画」は中国の省エネ政策の「骨格」を構築したものと見える。

これまでの省エネの問題点と必要性を指摘した上で、2006年3月の中国全国人民代表大会で採択された『中華人民共和国国民経済と社会発展第11次5カ年計画要綱（2006－2010年）』においては、省エネを優先し、国産エネルギーに立脚し、石炭をエネルギーの基礎としつつ、エネルギー源の多様化と需給構造の最適化等が掲げられている。

具体的には省エネを重点課題にする方針を打ち出し、2010年の単位当たりのエネルギー消費量を2005年に比べて20%削減することが盛り込まれた。省エネや非化石エネルギー利用など主要な政策分野において、政策手法として初めて拘束力のある目標を導入したことが注目される。そして、主要な分野での技術革新、環境汚染・資源の浪費が著しい企業（環境負荷が大きい旧弊で小規模な工場等）の閉鎖、省エネ製品の開発奨励等を通じてこの目標を達成する方針が公表された。この中で、水素、燃料電池、次世代自動車等の優先技術分野を特定し、規制と補助金等を集中的に投入することとされた。さらに、地方政府や主要企業1000社に目標を割り当て、連座制を導入して、目標を達成しなかった場合には親会社や会社が立地する自治体の責任も追及（例えば新規立地の制限や昇進の制限等）するとしている。このような対策を実施した結果、5年間でGDP当たりのエネルギー消費量を2005年比で20%削減するとの目標に対し、19%を超える削減が達成され、また、再生可能エネルギー開発については、一次エネルギー消費に占める非化石燃料の割合を8.1%に引き上げるという目標に対し、8.3%を達成した。このような努力を通じて、スクラップアンドビルド方式による石炭火力発電所設備の更新によって、発電効率が急速に向上するなど、先進国に対する技術格差も縮小されてきている。エネルギー安全保障の面では、海外で石油権益を積極的に獲得した結果、石油純輸入に対する権益分の割合は約30%を上回る状況になっている。

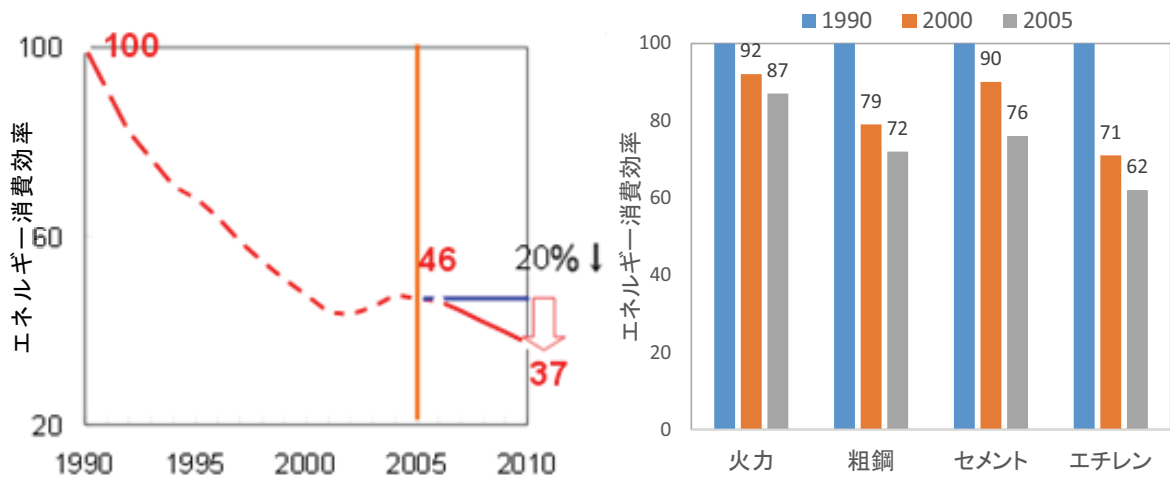
これらの実績を踏まえて策定された、「第12次5カ年計画」では以下のようなエネルギー政策の方針が定められている。「第12次5カ年計画」では①節約を優先し、②国内資源に立脚し、③多元的な発展をめざし、④環境を保全し、⑤技術革新を進め、⑥改革を深化させ、⑦国際協力を進め、⑧民生の向上を図ることをエネルギー政策目標としてエネルギー生産及び利用の効率化を推進し、以って、安全で安定的で、経済的であり、しかもクリーンな近代的エネルギー産業のシステムを構築し、エネルギーの持続可能な発展を実現して、経済社会の持続可能な発展を確保するよう努める必要があるとしている。以下、8項目の政策目標ごとに政策方針を整理すると表1-1-3のようになる。

「中華人民共和国国民経済と社会発展第12次5カ年計画要綱」では、2015年までに中国の非化石エネルギーの、一次エネルギー消費に占める割合を11.4%まで引き上げ、国内総生産（GDP）単位当たりのエネルギー消費量を2010年比で16%向上させ、同じく二酸化炭素（CO₂）の排出量を2010年比で17%削減させる方針を打ち出している。また、中国政府は、現行の5カ年計画の目標年次を超える2020年時点における二酸化炭素の排出抑制に関しても、2009年12月にデンマークのコペンハーゲンで開催された第15回気候変動枠組条約締約国会議（COP15）において表明した方針を堅持している。それによれば非化石エネルギーが一次エネルギー消費に占める比率を15%前後にまで引き上げ、単位国

内総生産（GDP）あたりの二酸化炭素排出量を，2005年比で40%～45%下げることがを目標としている。この数字は日本の民主党の鳩山政権が同じくCOP15で表明した，1990年比

表 1-1-3 中国のエネルギー政策の8つの政策目標と具体的な方針

政策目標	具体的な政策方針
節約の優先	エネルギーの消費総量と消費強度（効率）の同時抑制を実施し，省エネ型の生産消費システムの構築に努め，経済の発展様式と生活消費の様式の転換を図り，省エネ型国家と節約型社会の同時構築を進めること。
国内に立脚	国内資源が潤沢であるという優位性の上に発展基盤を構築し，エネルギーの安定供給能力の強化を図り，エネルギー備蓄の緊急対応システムの充実を図り，エネルギーの外国への依存度を適正に抑制することによって，エネルギーの安全保障レベルを高めること。
多元的な発展	エネルギーのクリーン化を図るとともに，低炭素化石エネルギー及び非化石エネルギーの比率を高めることに努める。石炭については高効率でクリーンな利用を推進するとともに，代替エネルギーへの移行も実施し，国全体のエネルギー生産と消費構造の最適化を進めること。
環境の保全	エコロジー（汚染防止），低炭素型社会の発展理念を確立し，エネルギー資源の開発利用と生態環境保護を統合的に計画し，環境を保護しつつ開発を進めし，開発を図りつつ環境を保護し，生態文明の要求に適ったエネルギー利用の発展モデルを積極的に育成すること。
技術革新	エネルギーに関連する基礎科学と最先端技術の研究に取り組み，エネルギー技術の革新を図る能力を強化する。また，エネルギー重点プロジェクトに沿って，重要なコア技術とキーとなる設備の自主的な革新の推進を図り，革新型の人材育成を急ぐこと。
改革の深化	市場メカニズムを十分に機能させ，エネルギーに関する統合的な計画を策定して，末梢（現場ごとの）課題と根本（根幹的）の課題を同時に解決し，重点分野とキーとなるプロセスの改革推進を加速し，エネルギーの持続可能な発展に寄与する社会の体制としくみを構築すること。
国際協力	国内エネルギー戦略及び国際的なエネルギー戦略の両面を統合的に計画し，エネルギーに関する国際協力の範囲，ルート，方式の開拓に力を入れ，エネルギーの「海外への進出」と「海外からの導入」をレベルアップし，国際的なエネルギーの新たな秩序の確立を推進し，相手国と中国の双方にプラスとなるような協力の実現に努めること。
民生の改善	都市部と農村部，地域間のエネルギー発展を統合的に計画し，エネルギーのインフラと基礎的な公共サービスを提供する能力の整備を強化して，エネルギーに関する貧困層を速やかに解消し，人民・大衆のエネルギーの使用レベルの向上を図ること。



(a) GDPあたりのエネルギー消費効率

(b) 物量ベースエネルギー消費効率

図 1-1-4 中国のエネルギー消費効率の変化 (1990年=100)⁹

出所:「中国国民経済・社会発展公報」,「中国統計年鑑」,「中国能源統計年鑑」,「国際石油経済」(2007年7期)等による加工

の温室効果ガス(GHG)排出量を2020年までに25%削減するとした方針と同様に,国際公約となった。

しかし,日本ではその後2011年3月に発生した東日本大震災の影響もあって,自民党政権(第二次安倍政権)に代わったのちは温暖化対策の基本方針を変更せざるを得ず,京都議定書の第二期約束期間には参加しないことを決定したのに加えて,国際公約した温室効果ガスの排出量25%削減の目標も,エネルギー基本計画と一体的に「ゼロベースで見直す」こととされた。2013年10月現在,日本のエネルギー・環境政策は最終的な決定をみていない。一方,中国は責任ある大国として,この目標を実現するための努力を続けている。ちなみに,中国の1990年以降のエネルギー消費効率の向上の状況をみると図1-1-4のとおりとなっている。なお,表1-1-4に整理されたエネルギー開発・利用に関する目標はいずれも基本的でマクロなものであるが,このうち本研究との関わりが深いものとして,最初の節約の優先(すなわち省エネの推進)と,最後の民生の改善(すなわち国民のエネルギーの供給を最低限保証する)をあげることができる,本研究でもこの二つの目標を踏まえて議論を進めていくこととしている。

1.1.6 第12次5カ年計画における分野別のエネルギー政策

「第12次5カ年計画」においては経済構造の戦略的な調整を推し進め,産業構造と配置を最適化し,工業,建築,交通輸送,公共機関,および都市部・農村部の建設と消費分野のエネルギー使用管理を強化し,資源節約型で環境にやさしい社会を全面的に建設していくものとした。具体的なエネルギー政策に関わる部分を要約すると表1-1-4のようになる。

表 1-1-4 第12次5カ年計画におけるエネルギー・環境政策関連部分の概要

産業構造の最適化	(1) 高エネルギー消費で(汚染物資の)高排出の立ち後れた生産能力の淘汰を加速する。 (2) 先進的な適用技術を用いて在来産業の革新とグレードアップを加速する。
----------	---

	<p>(3) エネルギー消費構造を改善する。対外貿易の構造を整備し、エネルギー密集型で労働力密集型から、資本・技術密集型への転換を推進する。サービス業を大いに発展させ、戦略的な新興産業を育成・発展させ、先導的な支柱産業の形成を加速する。</p>
建築の省エネ推進	<p>(1) 国はグリーン建築の発展に力を入れ、建築の省エネを全面的に推進する。グリーン建築の基準を確立、整備し、グリーン建築の等級評価とグリーンマーク表示を推進する。</p> <p>(2) 既存建築の省エネ改造を積極的に進め、公共建築のエネルギー消費限度額とエネルギー効率の公示制度を実行し、建築物のライフサイクル全体にわたる管理制度を確立し、建築物の解体管理を厳格にする。公共機関の省エネ計画を制定、実施し、公共建築物の省エネに対する監督・管理システムの整備を強化する。</p> <p>(3) 北部の暖房供給地域の既存建築の熱供給計量と省エネ改造を推し進め、「省エネ暖房」プロジェクトを実施し、暖房の老朽化した配管網を改造し、熱供給の計量料金徴収とエネルギー消費の定額管理を実行する。</p>
交通の省エネ推進	<p>(1) 公共交通優先の発展戦略を全面的に推進し、都市間軌道交通の建設に力を入れ、環境に優しい外出移動へ合理的に誘導する。</p> <p>(2) 世界先進レベルの自動車燃料の消費基準を実施し、省エネで環境保護型の交通機関の利用を広め、老朽化した自動車、機関車、船舶の淘汰を加速する。交通輸送の構造を最適化し、グリーン物流の発展に力を入れる。</p> <p>(3) 鉄道電化の比率を高め、空港、埠頭、駅の省エネ改造を行う。</p> <p>(4) 新エネルギー自動車の研究開発と応用に積極的に取り組み、ガス充填スタンドや充電スタンドなどの関連施設を科学的に計画し、建設する。</p>
国民的省エネ提唱	<p>(1) 省エネの教育と広報を強化し、都市部と農村部の住民がグリーン消費のパートナーと生活スタイルを形成するよう奨励誘導し、国民全体の節約意識を強化する。</p> <p>(2) 公共機関の省エネ基準と規範を厳格に執行し、政府機関が模範を示し先導的役割を果たす。</p> <p>(3) コミュニティ、学校、政府機関、兵営、企業の省エネ行動を積極的に展開させ、社会全体の省エネにおける持続的効果のあるしくみの構築に努める。</p> <p>(4) 農業と農村の省エネ・排出削減を普及させ、省エネ型住宅の建設を推進する。</p>
その他のエネルギー・環境政策	<p>(1) 新エネルギーと再生可能エネルギー・水力発電を積極的に推進・原子力発電を安全かつ効率的に推進</p> <p>(2) 石炭を安全かつ高効率に開発</p> <p>(3) 火力発電のクリーン化、高効率化</p> <p>(4) 都市住民の生活用エネルギー利用条件の改善</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力の安定供給を成し遂げ、住民の生活面の電気供給を優先的に確保する。 ・天然ガスの発展を加速 ・中国北部の暖房供給都市の住民の暖房供給をよりいっそう改善。 <p>(5) エネルギー技術開発</p> <p>(6) 国際協力の視点で、自国の経済社会の発展を保障するのみならず、世界のエネルギー安全保障と世界市場の安定の維持にも貢献している。</p>

<p>低炭素社会形成</p>	<p>(1) 中国は、持続可能な発展を実現するためには現在の石炭を中心とする化石燃料中心のエネルギー需要構造とそれに組み込まれたCO₂排出増のメカニズムから可能な限り脱却する必要があると認識し、低炭素社会を目指している。</p> <p>低炭素社会を積極的に目指す中で経済発展を図るとの発想の転換を図ることは全国人民代表会議で決議された。それに合わせて国際と国内の両面で戦略をたてている。</p> <p>(2) 国際的には、温暖化交渉において、「共通であるが差異のある責任原則」を求めつつ、CO₂排出枠、すなわち経済成長の余地をしっかりと確保することを狙っている。一方、国内の戦略としては、国際戦略の成否にかかわらず、次の3つを低炭素社会に向かう柱としている。すなわち、①温暖化防止、②エネルギー安定供給の確保、③関連技術開発と産業の育成である。温暖化に関する国内の対策として、省エネを進めると同時に原子力を活用するなどエネルギーシステムからできるだけCO₂を排出しないようにし、併せて、長期的課題として二酸化炭素回収貯蔵(CCS)等の研究開発や植林を進める。この中では、特に省エネとエネルギー構造調整が中心であるが、後者については一次エネルギー消費における石炭の比率を下げることで二酸化炭素依存度を低減しようとしている。</p> <p>こういった戦略目標を実現するための具体的政策であるが、低炭素社会実現に向け地球温暖化ガス(GHG)排出抑制を全体目標に、具体的には、省エネとCO₂排出原単位の削減を拘束力のある目標とし、同時に問責制度などの厳格化、排出量取引市場の整備と簡素税導入、エネルギー価格体系の合理化等具体的対策を出している。また、これを実現するための長期的対策として、法律や税制・補助金等を活用して、低炭素社会に向けた経済的インセンティブを創出しようとしている。</p>
----------------	---

1.1.7 第12次5カ年計画のエネルギー政策方針と環境保全との関わり

第12次5カ年計画で明らかにされた政策のうち、環境保全に関わる重要な点は、エネルギー消費に占める石炭の比率を下げる点である。こうした政策が打ち出されてきた経緯を振り返ると、高度成長期に一旦は石炭の比率が上がったが、その後には低下し、またその後再度上昇して、さらにその後には再び下がっている。このような脱石炭化のゆらぎの背景には、市場原理に基づく石炭の経済性の変化があった。「第11次5カ年計画」に掲げられた目標の多くは達成されたが、特にエネルギー原単位(エネルギー効率の向上)を19.1%改善するとの目標が実現されたことは大きな意味を持っている。また、SO₂等の排出削減に関しては目標を上回って達成され、実質的に2006-2010年の4年間で固定発せ元に脱硫装置が全国で導入されている。このように中国では環境技術の普及が日々着実に進んでいることがうかがえる。また、今次計画(第12次計画)では、新たな目標として、非化石燃料の導入促進とNO_xの削減目標が掲げられている。すでに述べたようにエネルギー源別では、石炭の一次エネルギー比率を68%から63%に低減するとしている。石炭火力は経済性の面からすれば、かつてほどに安価な燃料ではなくなりつつある。実際、石炭火力では43%の発電所が赤字に陥っており(2010年)。市場の中で、石炭火力の競争優位性が失われているとの指摘もある。その理由として指導価格制度がなくなり、市場で価格が決定されるようになってきていることが挙げられる。石炭供給についてみると、中国は今

表 1-1-5 中国の再生可能エネルギー中長期発展計画（2005～2020 年）

エネルギー源別	単位	2005	2010	2020
一次エネルギー消費量	億 tce	22.3	27.0	33.1
再生可能エネルギーシェア	%	n.a.	10.0	16.0
再生可能エネルギー合計	億 tce	n.a.	2.7	5.3
水力	万 kW	11,600	18,000	30,000
内小水力(5 万 kW 以下)	万 kW	3,800	5,000	7,500
風力	万 kW	126	500	3,000
バイオマス発電	万 kW	200	550	3,000
農・林業廃棄物	万 kW	n.a.	400	2,400
ごみ発電	万 kW	n.a.	50	200
LFG 発電	万 kW	n.a.	20	100
大中型メタン発酵ガス	万 kW	n.a.	80	300
太陽光発電	万 kW	7	40	200
農村電化	万 kW	n.a.	25	50
屋上太陽 PV	万 kW	n.a.	10	100
大型太陽発電所	万 kW	n.a.	2	20
その他商業ビル	万 kW	n.a.	3	10
太陽熱発電	万 kW	n.a.	0	20
太陽熱熱水器	万 m ²	8,000	15,000	30,000
バイオガス	万 m ³	65	110	180
バイオエタノール	万 t	102	200	1,000
バイオディーゼル	万 t	5	20	100
バイオ固体燃料	万 t	n.a.	100	5,000

出典：2005 年：周鳳起氏，「我国可再生資源發展戰略思考」，中国科学院院刊，2006 年 8 月 26 日，2010 年と 2020 年：国家發展改革委員会・能源局，2005.11.18「可再生資源法實施及規畫目標」李志東氏より作成 2013 年度日中環境実践研究講義資料¹⁰

注：バイオディーゼルの 2020 年目標値は，一部の資料によれば 200 万 t となっている。

や最大の産炭国でありながら，最大の石炭輸入国となっている。このことは国内からの調達と海外からの調達という 2 つの市場を価格に応じて使い分けていることを意味しており，国内の資源の温存を図っているとも考えられている。これまで，石炭は割安価格で発電所に供給されていた経緯があるが，今やこのような指導価格制度はなくなり，市場で価格が決まるようになってきている。中国の炭鉱も現在では普通のビジネスになりつつあり，合理化と集約化等が進み，安全性も改善されて生産余力も上がっている。しかし，表 1-1-5，1-1-6 に示したように政府が構想する再生可能エネルギーの導入促進が計画どおりに進めば，2020 年には発電総量は 2010 年のほぼ 2 倍になるとの見込みがあり。石炭火力の比率は相対的に下がり，水力，太陽光等の再生可能エネルギーが拡大して電源の多様化が進むことになる。

表 1-1-6 発電部門における再生エネルギーの導入目標（第 12 次 5 力年計画に基づく）

項目	2010 年	2015 年				2020 年
	実績	目標				目標
	設備容量 万 kW	設備容量 万 kW	発電量 億 kWh	稼働率 %	石炭代替量 万 tce	設備容量 万 kW
水力	19,906	26,000	9,100	40.0	29,580	35,000
系統連携風力発電	3,100	10,000	1,900	21.7	6,180	20,000
陸上発電		9,500				17,000
洋上発電		500				3,000
太陽エネルギー発電	80	2,100	250	13.6	810	5,000
大規模太陽光発電		1,000				2,000
分散型太陽光発電		1,000				2,700
太陽熱発電		100				300
バイオマス発電	550	1,300		68.5	2,430	3,000
合計	23,636	39,400	12,030		39,000	

出典：中国国家能源局「再生可能エネルギー発展第 12 次 5 力年計画」等に基づき李志東氏作成¹⁰

注：太陽エネルギーの導入は順調に進みあり，2013 年 7 月には 2015 年の導入目標が 3500 万 kW に上方修正された。

1.1.8 中国の環境対策の推移

(1) 中国の環境政策の進展

中国の環境政策は 1973 年以降，環境保護の法制度と行政機関の整備によって進められてきた。中国の環境政策実施体制及び中国の主な環境法は図 1-1-5 と表 1-1-7 に示している。その経過を具体的にみると次のようになる。第 1 回全国環境会議で中国初の環境保護

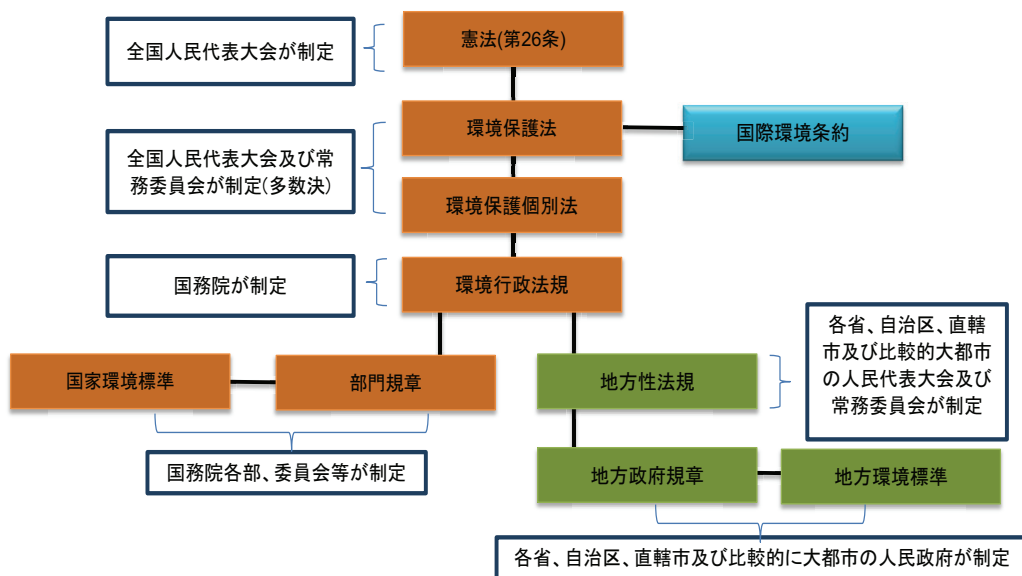


図 1-1-5 中国の環境政策実施体制

表 1-1-7 中国の主な環境法

項目	内容
中華人民共和国憲法 (1978年改正)	第26条「国家は生活環境と生態環境を保護、改善し、汚染やその他の公害を防止する」
環境保護法	1979年試行, 1989年制定
制度	1979年旧制度: 環境影響評価制度, 三同時制度, 汚染物排出費徴収制度
	1989年新五制度: 環境保護目標責任制度, 都市環境総合整備に関する定量審査制度, 汚染物排出申告・登記・許可証制度, 期限付き汚染処理制度, 汚染物質集中処理制度
環境保護専門法 (8本)	水質汚染防止法(2008), 大気汚染防止法(2000), 環境騒音汚染防止法(1996), 固体廃棄物環境汚染防止法(2009), 海洋環境保護法(1999), 放射性汚染防止法(2003), 環境評価法(2002), クリーン生産促進法(2002)
自然資源保護法 (15本)	野生動物保護法(2001), 防沙治沙法(2001), 省エネルギー法(2007), 再生可能エネルギー法(2006), 循環経済促進法(2008)

公文書となる「環境保護と改善に関する若干の規定」の中で汚染防止措置をプロジェクト実施と同時に設計し、同時に施工、同時に稼働するという「三同時」原則を提示された。1979年に「中国環境保護法」が公布され、1983年の全国第2回環境保護会議では環境保護を基本国策の一つとして正式に確定し、「経済建設、農村建設、環境建設を同時に計画・実施・発展させるとともに、経済効果、社会効果、環境効果を統一する」という指導方針を定めた。その後、環境保護事業は順調に展開され、1984年国務院は環境保護資金ルートを含む一連の重大な環境問題に対する明確な体制が確定され、「環境保護事業に関する決定」を公布した。1989年4月の第3回環境会議に、「環境保護目標責任制度」、「都市環境総合整備定量考察制度」、「汚染排出許可証制度」、「汚染集中管理制度」、「期限付き汚染処理」の5の項目の制度と措置が提出された。「第8次5カ年」期間中(1996-2000年)に、「中国アジェンダ21」及び「中国環境保護行動計画」の策定と同時に、持続可能な発展に関する包括的な戦略及び対策が提起された。

中国の環境政策は地球サミット後の1990年代後半から強化されてきている。「第9次5カ年」期間に「汚染物質排出総量コントロール計画」を実施に移し、三川・三河の水汚染防止事業を展開した。

また、大気汚染対策として「二酸化硫黄規制区」と「酸性雨規制区」が設定されている。第10次5カ年計画(2001-2005年)では共産党全国大会で「科学的発展観」が指導原則

として追加された。これに基づき、環境保護法を含む一連の法律・法規が公布された。また、「国家環境保護第10次5カ年計画」が策定され、二酸化硫黄の排出総量を10%削減する目標が掲げられた。しかし、この目標は拘束力がなかったこともあり、達成されず、逆に27.8%も排出量が増加する結果になった。後継計画である第11次5カ年計画(表1-1-8)では、「資源節約型社会の構築」と「環境友好型社会の構築」が重要政策として位置づけられ、省エネと硫黄酸化物の排出量削減に関する拘束力のある数値目標が掲げられた。省エネについてはGDP当たりのエネルギー消費量を20%削減することが目標とされ、SO₂の排出量削減は10%とされている。第11次5カ年計画の計画期間中に、2006年を境に、SO₂の排出量は減少に転じている(図1-1-6)が、これは排煙脱硫装置の導入が進められたからである。中国政府は第11次5カ年計画の目標は概ね達成されたと評価している。さらに、2011年3月に採択された第12次5カ年計画においては省エネ目標、環境保全がより重要な政策課題として位置づけられた(表1-1-9)。前計画で設定された単位GDP当たりのエネルギー消費量、SO₂とCODの削減に加えて、単位GDP当たりの二酸化炭素(CO₂)排出量、アンモニア態窒素(NH₃-N)、窒素酸化物(NO_x)などが新たに環境目標に追加された。

中国政府は第12次5カ年計画での「グリーン経済」、「低炭素型経済」への転換を目指しており、上記の環境汚染物質の削減を規制やインセンティブの付与など様々な手段を通じて実現する方針を示している。

表 1-1-8 中国の第 11 次 5 カ年計画の主要目標とその達成状況

指標	2005 年	計画目標		実現状況		評価	属性
		2010 年	年平均増加率 %	2010 年	年平均増加率 %		
GDP 原単位あたりのエネルギー消費低下率 %			[20]		[19.1]	基本達成	拘束性
単位工業付加価値あたりの用水量低下率 %			[30]		[36.7]	達成	拘束性
農業灌漑用水の有効利用係数	0.45	0.5	[0.05]	0.5	[0.05]	達成	予測性
工業固体廃棄物の総合利用	55.8	60	[4.2]	69	[13.2]	達成	予測性
耕地保有量 億 ha	1.22	1.2	-0.3	1.212	-0.13	達成	拘束性
主要汚染物質排出総量削減率 (%)	二酸化硫黄 SO ₂		[10]		[14.29]	達成	拘束性
	化学的酸素要求量 COD		[10]		[12.45]	達成	
森林被覆率 %	18.2	20	[1.8]	20.36	[2.16]	達成	拘束性

表 1-1-9 中国の第 12 次 5 力年計画における環境分野の目標

指標		指標の属性(※1)	2015 年目標(※2)
GDP 原単位あたりの省エネ率		拘束性	-16%
GDP 原単位あたりの二酸化炭素(CO ₂)排出量		拘束性	-17%
1 次エネルギー消費量に占める非化石燃料の比率		拘束性	11.4%(+3.1%)
主要汚染物質排出量の削減	二酸化硫黄(SO ₂)	拘束性	-8%
	窒素酸化物(NO _x)	拘束性	-10%
	化学的酸素要求量(COD)	拘束性	-8%
	アンモニア性窒素	拘束性	-10%
単位工業付加価値あたりの用水量削減率		拘束性	-30%
農業灌漑用水の有効利用係数(※3)		予測性	0.53%(+3%)
都市部の汚水処理率		予測性	85%(+8.1%)
都市部ごみの無害化処理率		予測性	80%
工業固形廃棄物の総合利用率		予測性	72%(+3%)
耕地保有量(億ムー:1 ムーは 15 分の 1 ヘクタール)		拘束性	18.18 億ムー (現状維持)
森林被覆率		拘束性	21.66%(+1.3%)
森林蓄積率		拘束性	144 億 m ² (+6 億 m ²)

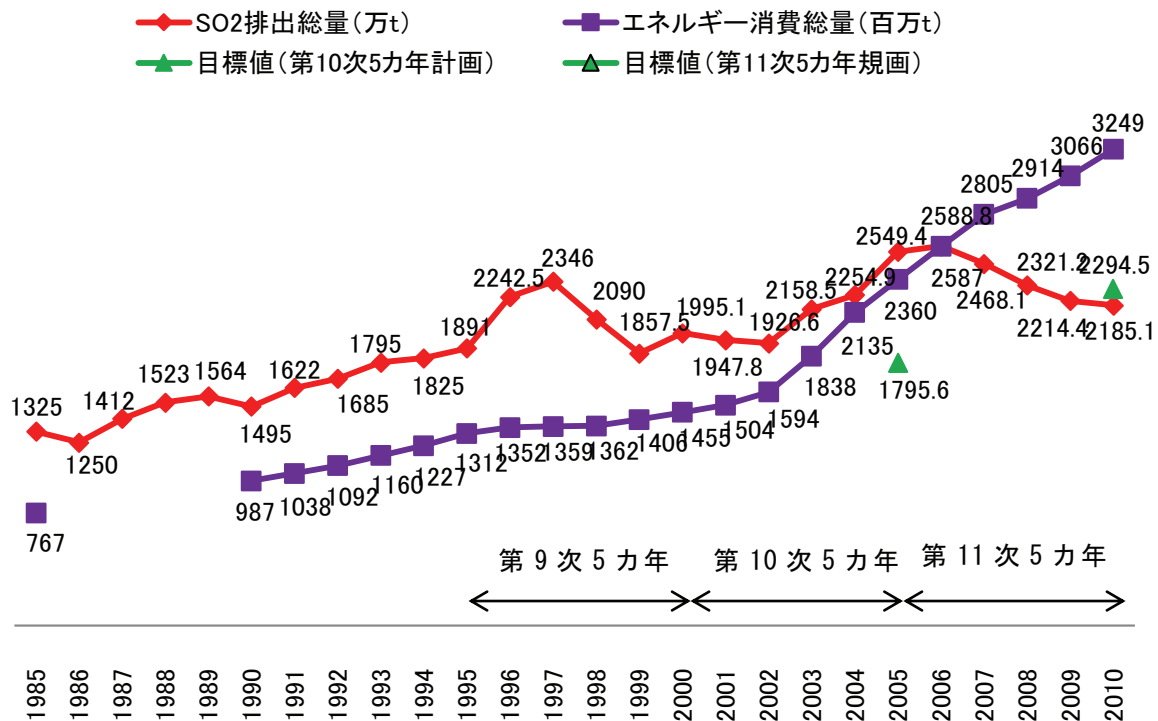


図 1-1-6 中国の二酸化硫黄排出推移

出典：染野憲治「中国の環境問題と環境政策-環境問題から見る中国社会」2013 年度日中環境実践研究講義資料¹¹

表 1-1-10 中国の環境投資

★七五計画(86-90)	476.42 億元(GDP 比約 0.65%)
★八五計画(91-95)	1306.57 億元(GDP 比約 0.68%)
★九五計画(96-00)	3447.52 億元(GDP 比約 0.83%)
★十五計画(01-05)	8399.3 億元(GDP 比約 1.19%) うち都市環境インフラ建設：4888 億元 (ガス, 中央供熱, 排水, 公園緑化, 衛生) うち建設プロジェクト環境投資：2160 億元 うち工業汚染源対策投資：1351 億元 (うち国家予算 119 億元, 外資 33 億元)
★十一五計画(06-10)	21623.1 億元(GDP 比約 1.4%) (うち国家予算 1500 億元以上)
★十二五計画(11-15)	34000 億元 うち環境汚染対策施設運営費：10500 億元

出典：染野憲治「中国の環境問題と環境政策-環境問題から見る中国社会」

2013 年度日中環境実践研究講義資料¹¹

なお、これまでの中国の環境投資については表 1-1-10 に示している。

(2) 大気汚染対策

大気汚染の基本的枠組みは大気汚染防治法によって定められている。1987 年に設定された大気汚染防止法は 1995 年、2000 年の改正を経て施行した。同法では、新規工場建設に関する環境アセスメントの実施、汚染物質排出料金の徴収、大気汚染物質に関する総量規制の実施等が規定されているほか、自動車や船舶などの移動発生源による大気汚染防止、悪臭の防止に関する規定も盛り込まれている。

また、一定地域で大気汚染物質の排出総量をコントロールするために、総量コントロール制度がある。総量コントロールの対象として指定できる地域は、大気環境質基準が達成できていない地域、酸性雨コントロール区と二酸化硫黄汚染コントロール区の 3 つである。酸性雨コントロール区とは、すでに酸性雨が発生しているか発生する可能性のある地区である。二酸化硫黄汚染コントロール区は、二酸化硫黄汚染の嚴重な地区である。両者は、国務院の承認を得て指定される（大気汚染防止法・第 18 条）。¹²

発電所は中国の大気汚染の最大の発生源であり、表 1-1-11 と表 1-1-12 に示したように SO_x (SO₂ 換算) 排出量は全国の排出総量の 4 割以上を占めている。発電所の煤煙排出量も 4 割近くとなっている。2003 年の SO_x の総排出量約 1,100 万トンの 46% を占める。

なお、2011 年以來、新たな環境指標として関心が高まった PM_{2.5} による大気汚染問題は、2013 年 1 月には北京市を中心に河北省、河南省、山東省、江蘇省など 140 万 km² にわたる地域で、環境基準の 10 倍の 700~1000 μg/m³ もの高濃度汚染が観測され、健康被害への影響が強く懸念されている。このため中国政府は緊急の大気汚染対策を実施するとともに、2013 年 9 月には大気汚染防止行動計画を策定して、①生産施設の管理の徹底や旧弊設備の廃棄促進、石炭消費量の抑制、クリーンエネルギーの利用促進、汚染監視体制

の整備を含めた総合対策の実施を打ち出している。

表 1-1-11 中国の発電所からの SO_x 排出量が総排出量に占める割合（2000～2010 年）

年	発電所の SO _x 排出量 万トン(SO ₂ 換算)	全国の SO _x 排出量 万トン(SO ₂ 換算)	比率 %
2000	810	1,995	41
2001	820	1,947	42
2002	830	1,926	43
2003	1,000	2,158	46
2004	1,200	2,254	53
2005	1,350	2,549	53
2006	1,390	2,588	54
2007	1,200	2,468	49
2008	1,050	2,321	45
2009	948	2,214	43
2010	926	2,185	42

出典：「GB13223-2011 火力発電所大気汚染排出基準—分析と解説」¹³

表 1-1-12 中国の発電所からの煤じん排出量が総排出量に占める割合（2000～2010 年）

年	発電所の煤煙 排出量 万トン	全国の煤煙 排出量 万トン	比率 %
2000	320	1,165	27
2001	322	1,069	30
2002	324	1,012	32
2003	330	1,048	31
2004	346	1,095	32
2005	360	1,182	30
2006	370	1,078	34
2007	350	987	35
2008	330	902	37
2009	315	847	37
2010	307	829	37

出典：「GB13223-2011 火力発電所大気汚染排出基準—分析と解説」¹³

1.2 中国の都市政策と住宅・家庭のエネルギー消費

1.2.1 住宅環境の近代化と住宅建設ラッシュ

近代的な都市づくりを進める中国にとってのもう一つの重要な課題は、居住環境の改善である。北京市、上海市はもとより全国の人口（市区人口）50万人規模の中小都市にいたるまで、現在は集合住宅（アパート（日本でいうマンション））の建設が急ピッチで進められていて、都市の住宅はすなわち集合住宅であるといってもよいほどになっている。

2008年末の建築部門全体の床面積は432億 m^2 であり、このうち都市部では196億 m^2 となっている（その他、非住宅（又は業務用建築を意味する）71億 m^2 ）。農村部（すべて住宅とされる）では床面積236億 m^2 となっている。農村部住宅が床面積の過半数55%を占めており、都市部住宅は29%、非住宅は15%であった¹⁴。

都市部の住宅の延床面積は1996年の34億 m^2 から、2008年には125億 m^2 へと約2.5倍に増加した。この間の都市部の人口は1996年の3.73億人から2007年には6.07億人へと6割の増加に留まっており、1人当たりの延床面積は倍増している。近年では一年間に竣工する建築の延床面積は20億 m^2 以上に達している。また、北方暖房面積（暖房が設備されている都市部の建築床面積を意味し、住宅用のほか業務用も含んでいる）は88億 m^2 であった。

1.2.2 家庭のエネルギー消費の動向

こうした住宅建設ラッシュとともに、住宅用のエネルギー消費量が増加し、特に2000年以降は急増している。中国の清華大学の中国建築エネルギー消費モデル（China building Energy Model）の研究結果により、2010中国の建築に関するエネルギー消費量（バイオマス燃料除く）は6.77億tce（1996年の2.59億tceから1.5倍増加（中国のtceは7000kcal換算であることを記載する。）、全国のエネルギー消費量の20.9%を占める。

中国では建築エネルギー消費（1996-2010）を論じる際に北方都市採暖、夏熱冬冷採暖、都市住宅（暖房を除く）、農村住宅、公共建築のエネルギー消費量を分ける形で推計をすることが主流になっている。建築節能研究発展報告2012の中で上記の種類別のエネルギー消費量を推算した結果を図1-2-1に示した。このことから2010年の北方都市採暖のエネルギー消費量は1.63億tceで、建築エネルギー消費の24.1%を占めていることがわかる。2000-2010年北方都市採暖面積は33億 m^2 から98億 m^2 へ2倍も増加した。（エネルギー消費量は0.84億tceから1.63億tceに増加）。図1-2-2は全国の都市住宅用の最終エネルギー消費量の経年変化を示したものである。エネルギー源別にみると、石炭、LPGの消費量は横ばいであるのに対して、電力、都市ガス及び熱需要の増加が顕著であることがわかる。

また、中国統計局のデータによれば、国民一人当たり住宅エネルギー消費の推移は図1-2-3のとおりである。これからわかるように石炭以外の、他のエネルギーの消費量は総じて伸びている。特に、電力使用量が急速に増加していることがわかる。また、同じく中国統計局のデータに基づいて集計すると、中国の都市部の100世帯当たりの電気製品の保有台数は図1-2-4に示したとおりで、テレビ台数が以前から増加してきたのに対して、エアコンとパソコンは2000年以降急激に増加していることがわかる。こうした、家電製品の

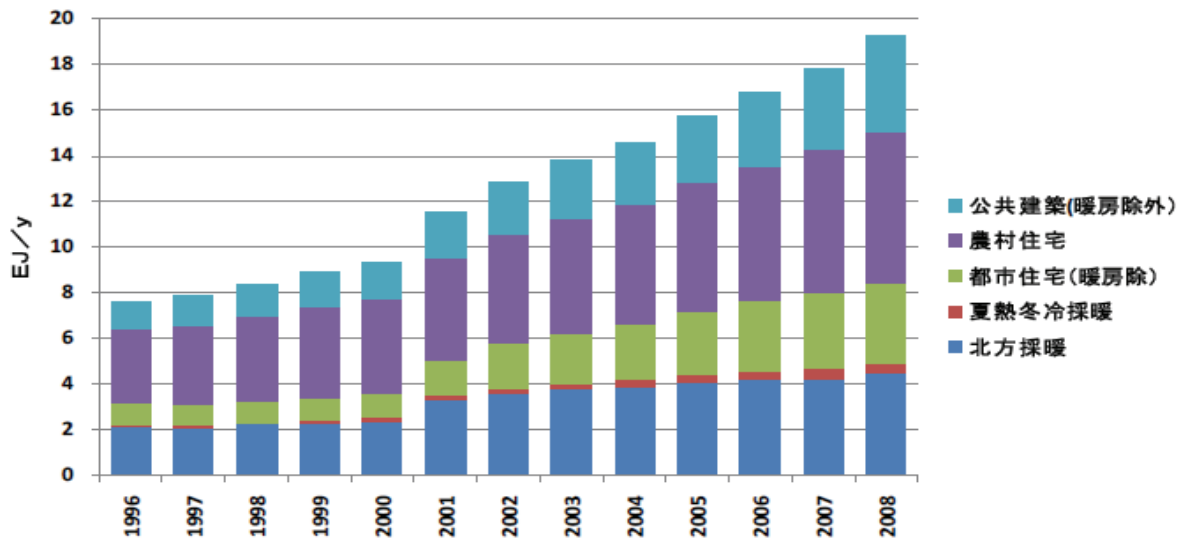


図 1-2-1 中国における各種建築エネルギー消費変化状況

出典：清華大学 建築年度発展研究報告 2011

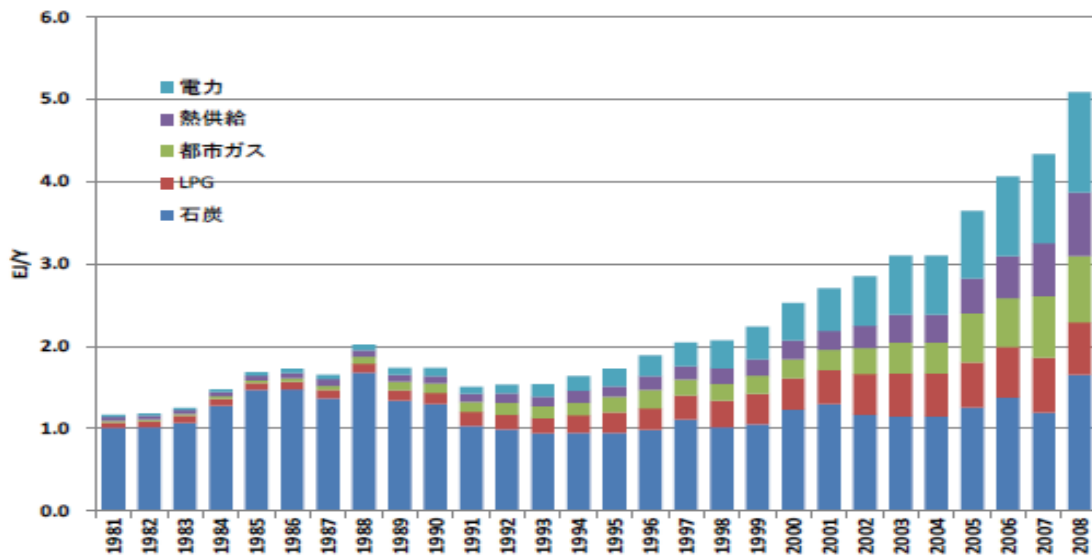


図 1-2-2 中国における都市部住宅の 2 次エネルギー消費

出典：外岡「中国における気候変動シナリオ分析と国際比較による政策立案」研究¹⁵

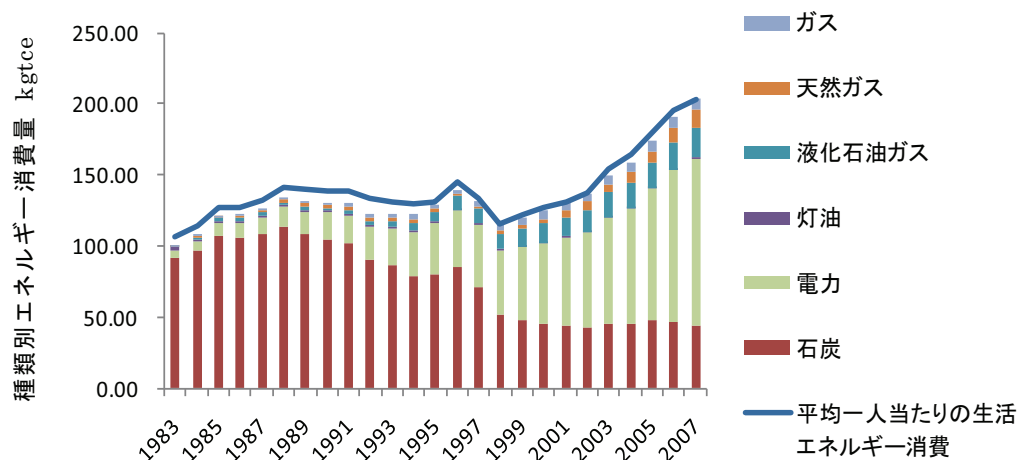


図 1-2-3 中国の国民一人当たり住宅エネルギー消費推移

出所：中国統計年鑑⁹

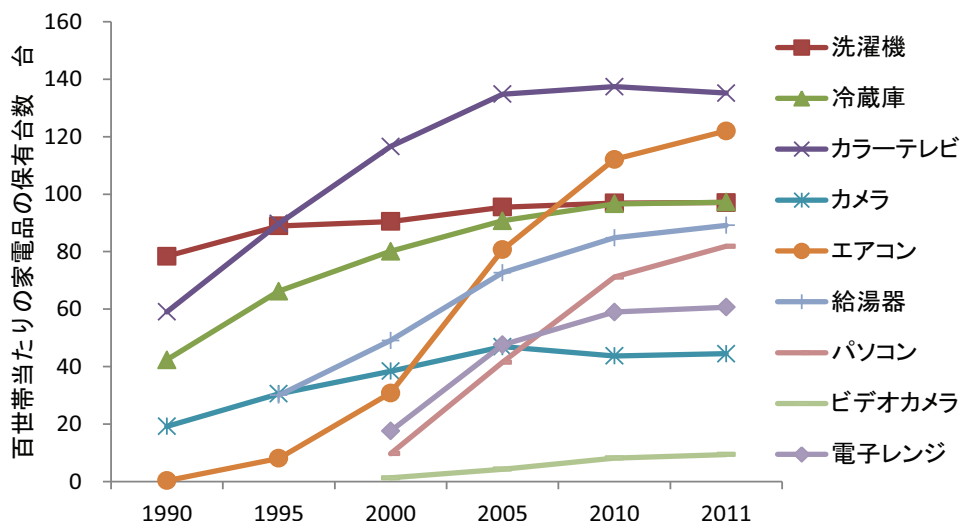


図 1-2-4 中国都市部百世帯の電気製品の保有数
出所：中国統計年鑑（1990-2008）⁹

普及によって、家庭の電力消費量が増加していることが裏付けられる。

1.2.3 日本の家庭部門のエネルギー消費との比較

中国の住宅用エネルギー消費を日本のそれと比較して考察すると、両国のライフスタイルの変化と住宅エネルギー消費のタイムラグ等についてつぎのようなことがわかる。

日本の家庭用のエネルギー消費は、1965年から伸び続けてきており、現在でも、生活の便利性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化と、核家族化の進行などによる世帯数の増加、および高齢化等の影響をうけて、一人当たりのエネルギー消費の伸びとともに、総量としても増加している。こうした状況は図1-2-5 に示したとおりである。また、家庭部門の2007年の最終エネルギー消費量（2,058PJ）を図1-2-5のデータに代入して試算した結果によれば、日本人（人口数1.28億人（2007））の一人当たりの家庭エネルギー消

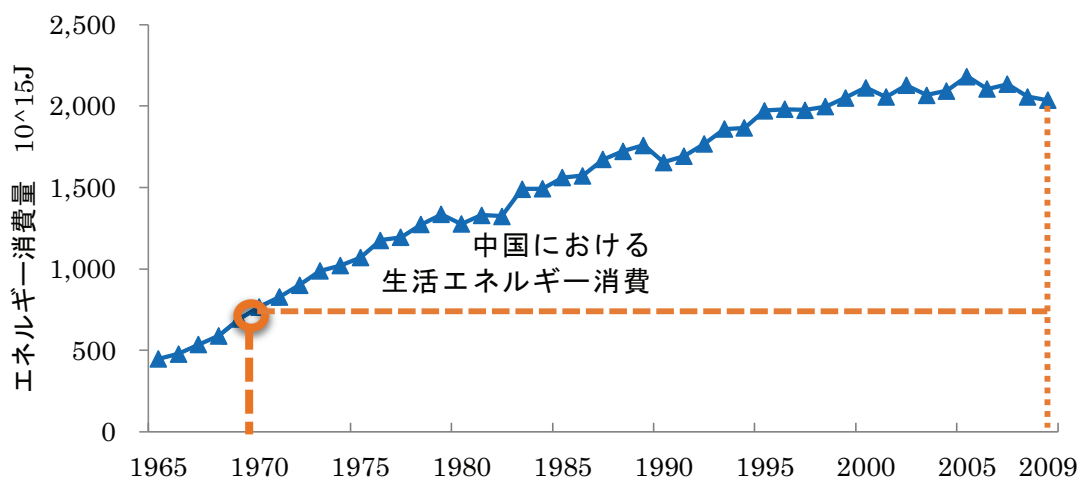


図 1-2-5 日本の家庭部門のエネルギー消費

出所：内閣府「国民経済計算年報」、(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」に基づき作成

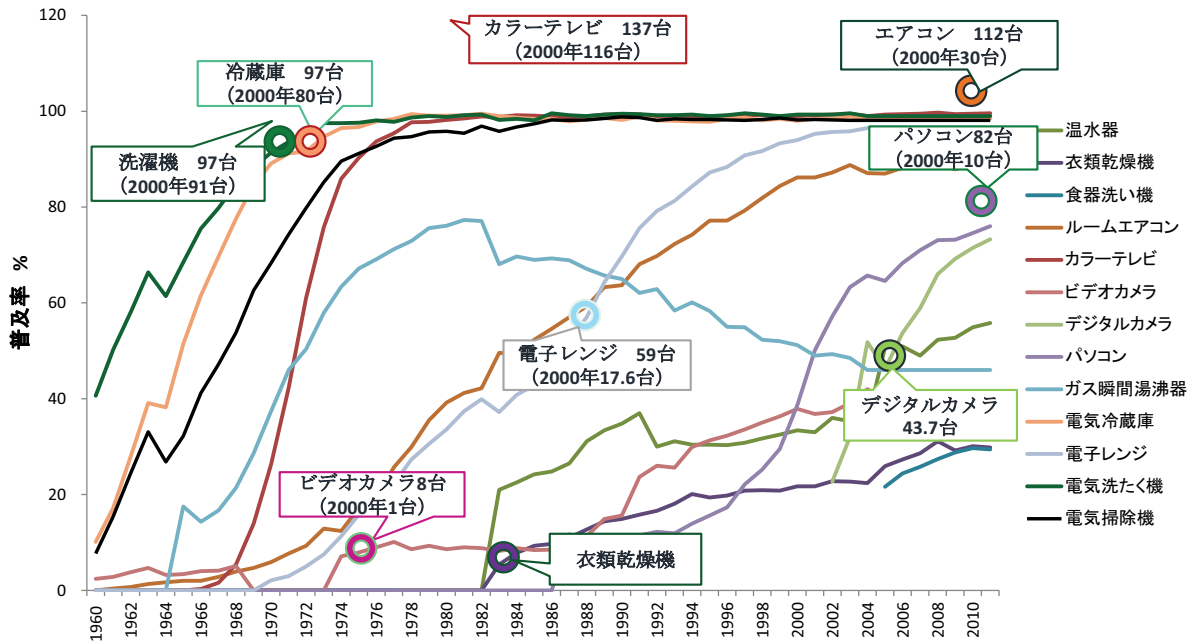


図 1-2-6 日本家庭の主要耐久消費財等の普及率（一般世帯）と中国都市部百世帯当たりの家電品保有状況

出典：消費動向調査（日本内閣府（平成 23 年 3 月末現在））結果¹⁶と中国統計年鑑 2010¹⁵に基づき作成

費量は16.7GJである。同じ方法で図1-2-3のデータをもとに中国（2007）の一人当たりの生活エネルギー消費量を算定すると5.9GJと算定される。したがって、中国の生活エネルギー消費量は日本の4割弱であることがわかる。また、2007年の中国の家庭での一人当たりのエネルギー消費量は、1969年当時の日本の消費量とほぼ同じレベルにあることになる。

また、中国全国都市部の家庭の家電品の保有台数について日本の家庭の家電品の普及率と比べると、洗濯機・テレビ・冷蔵庫・エアコンに関しては日本(1970年前後に100%に達成)と同じレベル達している。パソコンの普及率は日中同率である。他の種類の家電品も今後同様に普及率の上昇が見込まれる（図1-2-6）。

1.3 東北部 6 都市の地勢的・社会的特性及びエネルギー・環境的な特徴

1.3.1 中国東北部の自然的・産業的・社会的な特徴

中国の東北部は狭義には中華人民共和国の遼寧省、吉林省、黒竜江省の東北三省区域を指す。中華人民共和国における地域をブロックに分けた区分では「東北地区」と呼んでいる。しかし、広義には東北三省と内モンゴル（内モンゴル）を合わせて東北部と称されることもある。

本論文では狭義の東北三省を対象として、三省に点在する 5 都市と北京市に着目して検討を進める。

2004 年当時の統計によれば、全地域面積は 125 万 km²、全土地面積の 8.4% を占め、人口は 1.18 億人、総人口の 8.4% を占め、地域 GDP は 1.6 万億元、全国の 11.8% を占めている。豊富な石油・石炭等の地下資源を背景に半世紀の建設を立った東北部は国有企業の集積地として、鉄鋼、機械、石油、化学と石炭等の重工業産業構造を形成された。また、生態システムが多様であり、森林、農地、湿地、水系、牧地が豊かな土地と自然資源に恵まれ、中国における工業基地並びに重要な穀物生産基地として位置づけられた。しかし、過去 20 年間において、長年に亘って無制限に地下資源を採取により、資源の枯渇が進み、石油、石炭、鉄鉱石などの埋蔵量は残り少なくなり、生態環境破壊が深刻化した。不合理な経済体制に加えて、経済成長が鈍化し、東北の経済発展を妨げた。さらに、改革開放以降、繊維産業などの労働集約型産業を中心に輸出が拡大し、郷鎮企業や外資系企業によって牽引された沿海部地域が経済成長を遂げたこととは対照的に、工業基地としての東北地区の優位性は低下した。その後、東北部に対しては、「国有企業の経営不振」「機械設備の老朽化」「大量の失業者」などの評判が定着して、市場経済化とそれに伴う競争の激化に対応できなくなった。¹⁷

生態環境の破壊問題は深刻で、有効な抑制ができていない。東北部における主な環境問題としては森林面積の減少、土地砂漠化の進行、水質汚濁、気温上昇降水の減少、資源型都市の鉱山環境問題（地盤沈下等）と大気汚染の深刻化が挙げられる。特に東北部の大気汚染は典型的な SO_x、ばいじん型の汚染である。暖房供給都市の暖房期の環境の質は非暖房期より悪く、浮遊状粒子物質は空気の質に影響する主な汚染物質である。遼寧省の都市の冬季の浮遊状粒子物質の濃度は非暖房期の 1.3–1.5 倍にも達している。同時に、春季の強風により浮遊状粒子物質の濃度も高く、冬季の 1.6 倍、夏の 1.9 倍もある。また、吉林省と黒竜江省の都市で観測されたばいじん濃度は環境基準値を超えている。¹⁸

以上の背景のもとに、東北全域の生態環境を改善し、社会の経済発展を促すために、資源の節約、環境（友好）共存型社会を創出することが求められている。2001 年の年 10 次 5 カ年計画」が採択されてから、2003 年には「振興東北計画」を実施するとともに、今日にいたるまで東北部の経済政策の方針は、東北部等の旧工業基地の改造と構造調整を積極的に支援・促進してきた。

東北三省における 2007 年の GDP 成長率は、遼寧省 14.5%、吉林省 16.1%、黒竜江省 12.1% で、いずれも同年の中国全国の経済成長率の平均レベル（11.9%）を上回った。このうち、黒竜江省と遼寧省は 2002 年以來 6 年連続の二桁成長、吉林省は 2003 年以來

AQI Category
Good
Moderate
Unhealthy for Sensitive Groups
Unhealthy
Very Unhealthy
Hazardous
Hazardous

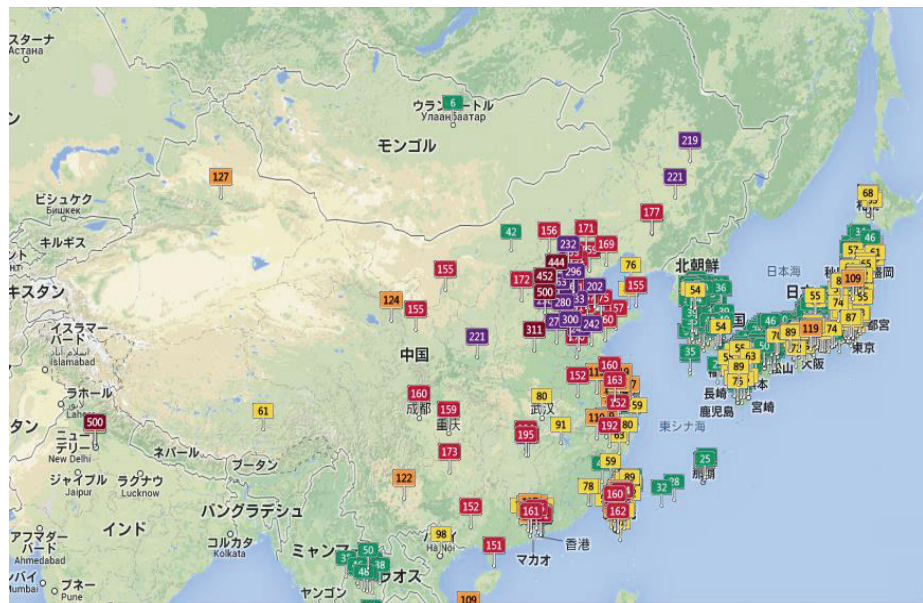


図 1-3-1 中国における PM2.5 濃度概況例

出所：AQI “Air Quality Index” 2013 年 10 月 9 日 18:51 にデータ取得¹⁹

5 年連続の二桁成長となった。更に 2007 年の世界金融危機以降、2011 年までの 5 年間に於いても経済成長率は年間平均で遼寧省 13.6%、吉林省 14.7%、黒竜江省 12.0%を維持してきた。

しかし、環境汚染問題が深刻化したために、ばいじんの排出と工業粉塵による大気汚染問題の解決は困難で、環境を悪化させている。工業汚染物質（廃水・SO₂・PM（粉塵））の排出量は工業製品の生産量を上回ってきたとも言われるほどである。経済成長が加速する段階で産業構造の変換がなされないまま推移してきたため、環境への負荷は増大し続けてきた。さらに、従来の環境問題に加え、都市化率と生活質の向上により、新たな都市生活型の汚染問題、自動車排ガス汚染問題（図 1-3-1）が顕在化し、その比重が高まってきている。

中国政府は 2011 年～2015 年までの第 12 次 5 カ年計画で「グリーン経済」「低炭素型経済」への転換を打ち出しているものの、まだまだ環境問題が深刻なことは変わらない。

1.3.2 本研究の主たる対象となるフィールドである 6 都市の概況

本論文は寒冷でもあり暖房用エネルギー消費量が大きく、しかも石炭への依存度が大きいために、エネルギー環境対策の充実が求められる東北部を対象に検討を進めることとしているが、対象都市として東北部の 3 省の省都（遼寧省瀋陽市、吉林省長春市、黒竜江省哈尔滨市）と、沿岸部に発達しており 3 省都よりも若干気候が海洋的で穏やかな大連市、小規模ながら典型的な資源型都市（中国初めての資源枯渇型都市）で筆者の故郷でもあり、本研究の初期の段階から都市エネルギー・インフラに関する情報収集を進めてきた遼寧省の阜新市の 5 都市を選定した。また、中国の首都である北京市をコントロール（対照）として設定することとした。

6 都市の面積、立地、人口及び都市経済と産業構成及び環境状況は表のように示して



表 1-3-1 調査対象 6 都市（2010 年現在）

都市名	面積 (km ²)	人口(万人)	都市 全体 GDP (億元)	GDP (元/人・年)	第一次・ 第二次・ 第三次 産業 比率(%)	大気環境状況 (濃度単位mg/m ³ : 年日平均)
北京市 寒冷地	総面積 16,411 市区面積 12,187	総人口 1257.8 市区人口 1187.1 一世帯当たり人数 2.45(2000年:2.91)	14114	一人あたりGDP 75943 都市人口 可処分所得 29073	0.88 24.01 75.11	SO ₂ : 0.032mg/m ³ NO ₂ : 0.057mg/m ³ PM10: 0.121mg/m ³
瀋陽市 遼寧省 厳寒地	総面積 12,980 市区面積 3,471	総人口 719.6 市区人口 515.4 一世帯当たり人数 2.65(2000年:3.04)	5017	一人あたりGDP 62357 都市人口 可処分所得 20541	4.64 50.42 44.94	SO ₂ : 0.058mg/m ³ NO ₂ : 0.035mg/m ³ PM10: 0.101mg/m ³
大連市 遼寧省 寒冷地	総面積 12,574 市区面積 2,568	総人口 586.4 市区人口 304.2 一世帯当たり人数 2.63(2000年:2.99)	5158	一人あたりGDP 77704 都市人口 可処分所得 21293	6.69 51.88 42.43	SO ₂ : 0.030mg/m ³ NO ₂ : 0.030mg/m ³ PM10: 0.060mg/m ³
阜新市 遼寧省 厳寒地	総面積 10,355 市区面積 490	総人口 192.4 市区人口 78.8 一世帯当たり人数 2.79(2000年:3.25)	379	一人あたりGDP 20819 都市人口 可処分所得 12711	24.46 41.82 60.13	SO ₂ : 0.048mg/m ³ NO ₂ : 0.034 mg/m ³ PM10: 0.094mg/m ³
長春市 吉林省 厳寒地	総面積 20,604 市区面積 4,789	総人口 758.9 市区人口 362.8 一世帯当たり人数 2.65(2000年:3.04)	3329	一人あたりGDP 43936 都市人口 可処分所得 17822	7.59 51.66 40.74	SO ₂ : 0.030mg/m ³ NO ₂ : 0.044mg/m ³ PM10: 0.089mg/m ³
哈尔滨市 黒竜江省 厳寒地	総面積 53,068 市区面積 7,086	総人口 992.0 市区人口 471.8 一世帯当たり人数 2.89(2000年:3.27)	3665	一人あたりGDP 36951 都市人口 可処分所得 17556	11.26 37.78 50.96	SO ₂ : 0.045mg/m ³ NO ₂ : 0.054mg/m ³ PM10: 0.101mg/m ³

出所：中国統計年鑑，中国第六回人口調査²⁰，各都市統計公報に基づき作成
注：年日平均：日平均濃度の年間平均値

いる。(2010年現在)瀋陽市は遼寧省の省都であり，中国で4番目の大都市である。産業別では工業のウエイトが高く，特に，重厚長大型の国有企業が多い東北地区の特徴である設備・機械製造，冶金，化学等の重工業が主となっている。近年は第三次産業が発

展しており、GDPに占める割合は43.9%（2012年現在）となっている。一方、大連市は1984年には中国国務院により沿海開放都市として認定され、1985年には政令指定都市に指定されたことで、省レベルの経済管理権限を持つようになった。6都市の中で大気環境は最も良好な都市である。阜新市はかつて有数の石炭地方都市として知られていた。都市全体は石炭産業を中心としていたが、石炭の枯渇により経済が衰退し、産業転換及び環境破壊の回復に努めてきた。6都市の中で最も経済規模が小さい都市であるが、中国の資源都市の代表的な姿でもある、石炭に強く依存しながら風が強いこの地域のエネルギーを活かした再生エネルギー風力発電の導入が急速に進んできた。長春市は吉林省の省都であり、東北旧工業地帯の重要な中心都市で、形勢が発展とともに変化するにつれて、旧工業地帯の長期的に累積した体制・構造の矛盾が日増しに目立つようになり、長春経済と社会の発展を著しく制約した。旧工業地帯の調整と改造を行ってきた。その結果、総合経済実力を日増しに増強している。（2011年GDPで4,003億元（前年比13.3%増）都市区水道普及率97%、総合ガス化率96.6%、集中供熱率71%、それぞれ2002年末と比較して12.8%、21.3%、3.2%、および9.4%の増加した。都市一人当たり平均住宅建築面積27.36平方メートル、2002年末と比較して6.16平方メートル増加した。污水集中処理率83%に到達、生活ゴミ無害化処理率85%に到達、尿尿無害化処理率75%、工業固体廃棄物総合利用率98%に達成した。）しかし、まだ発展段階の都市である。哈尔滨市は位置する副省級市。黒竜江省人民政府の所在地であり、黒竜江省の政治・経済の中心である。農業・漁業、鉱工業、流通・サービス業が盛んに行なわれている。ロシア風の建築が立ち並び、独特の雰囲気醸し出している大都市である。中国の最も寒い都市で、年間の暖房供給が一番長い地域である。

表1-3-1からわかるように、いずれの都市でも世帯平均人口は3人を下回っており、一人あたりの可処分所得は北京の約3万元/年を別格として瀋陽市と大連で2万元/年となっている。各都市の産業基盤はそれぞれ異なっており、阜新市と哈尔滨市では一次産業比率が比較的高く、当然ながら北京では第三次産業比率が極端に高い。また、中国政府が2011年に実施した第六回人口調査によると6都市の人口構成について、15-64歳の人口比率（労働力人口年齢帯）は、各都市のGDPと強い相関がみられている。都市が発展すれば都市外から流入する外来労働者（15-64歳年齢層）も多い。壮年人口の比率が高いことが世帯数の増加をもたらし、生活エネルギーの消費総量も増加と予測される。

表 1-3-2 6都市の人口構成

人口比率	北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市
0-14歳 %	8.6	9.77	9.90	12.14	12	10.95
15-64歳 %	82.7	79.96	79.39	77.7	79.95	81.01
GDP 元/人	70251	63667	73134	18775	43936	36961

出所：中国第六回人口調査

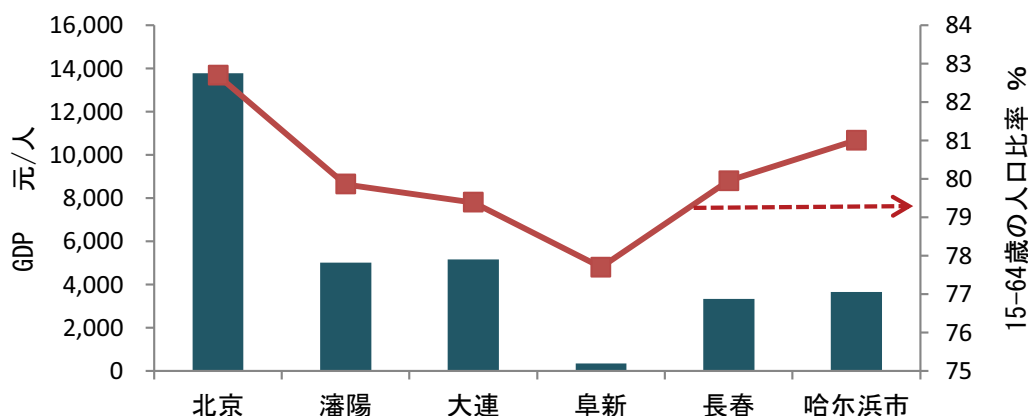


図 1-3-2 6都市の人口比率と GDP 相関

1.3.2 6都市におけるエネルギー供給状況について

経済水準が高い都市ほど、工業用電力が占める比率が低くなる傾向がみられる（表 1-3-3）。一方で生活電力消費量は逆の傾向にある。ガス供給に関しては表 1-3-4、に示した通りで北京市のガス供給量が多く、ほかの 5 都市では低いレベルにある。しかし、家庭への供給が占める比率は都市別のガス供給種類の違いによって、普及率の差がみられた。2011 年都市建築統計年鑑によれば、北京市、瀋陽市は天然ガス及び液化石油ガス（LPG）、大連市は液化石油ガス（LPG）、人工ガス（CO ガス）、哈尔滨市は天然ガスと液化石油ガス、阜新市は天然ガスと液化石油ガスを中心としている（図 1-3-3）。また、これらの都市はいずれも寒冷地にあり、住宅の集合住宅化とともに地域暖房の導入が進められている。

表 1-3-3 2012 年 6 都市のエネルギー供給

項目	北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市
水道水供給量 万トン	158,364	53,672	45,794	7,888	33,275	40,405
生活用水比率 %	40	35	22	34	24	37
電力消費総量 万 kWh	8,018,896	2,169,612	2,066,328	363,463	1,333,319	1,548,364
工業用比率 %	35	51	66	80	55	48
生活用比率 %	18	17	12	10	19	18
都市ガス供給量 万 m ³	729,608	39,741	22,762	3,310	39,810	32,585
家庭供給比率 %	14	46	70	44	37	35
液化石油ガス供給量 トン	442,535	156,000	155,730	4,956	72,506	81,230
家庭供給比率 %	42	14	34	95	13	30
利用人口 万人	407	69	88	16	44	73

出所：中国都市統計年鑑 2013²¹

また、1.3.1 に述べたように、東北都市は大気汚染や水質汚濁，地球温暖化対策や生態環境（自然）保護等の多数の環境問題を抱えている．特に石炭に強く依存するために大気汚染は深刻な問題であることは共通である．表 1-3-5 には 2012 年の 6 都市における主な汚染物質の排出量を示した．

表 1-3-4 2011 年 6 都市のガス供給状況

項目	天然ガス		都市ガスCO		液化石油ガス	
	家庭用の供給量 10000m ³ 供給総量に占める比率	利用世帯数 戸 全世帯に占める比率	家庭用の供給量 10000m ³ 供給総量に占める比率	利用世帯数 戸 全世帯に占める比率	家庭用の供給量 10000m ³ 供給総量に占める比率	利用世帯数 戸 全世帯に占める比率
北京市	98,894	4,733,404	0	0	187,132	1,707,548
	14%	73%	0	0	47%	27%
瀋陽市	18,156	1,668,930	0	0	22,000	218,000
	51%	88%	0	0	14%	12%
大連市	0	0	15,855	748,818	52,600	326,727
	0	0	76%	70%	34%	30%
阜新市	1,471	127,779	0	0	4,710	50,192
	48%	72%	0	0	95%	28%
長春市	7,531	502,992	7,265	460,000	9,436	103,847
	32%	47%	58%	43%	13%	10%
哈尔滨市	11,512	1,187,410	0	0	24,320	256,000
	38%	82%	0	0	30%	18%

出所：中国都市建築統計年鑑 2011²²

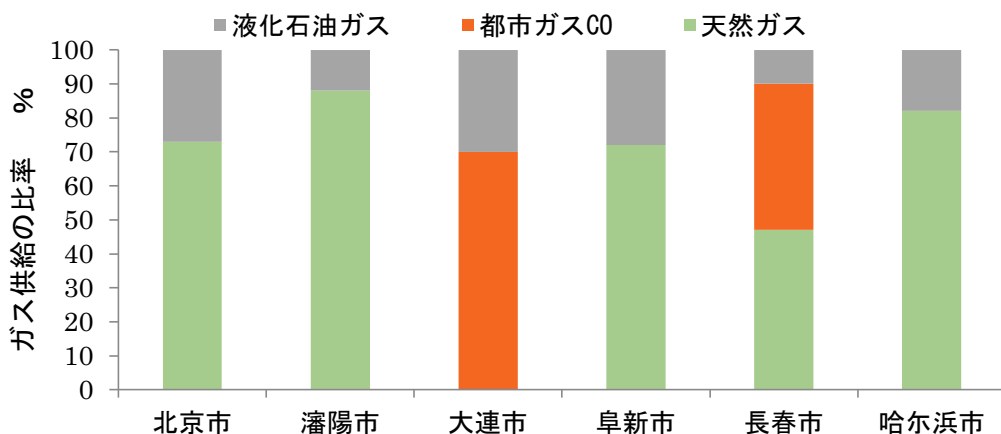


図 1-3-3 2011 年 6 都市のガス供給比率

出所：中国都市建築統計年鑑 2011²²

表 1-3-5 2012 年 6 都市の主な汚染物質排出状況

項目	北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市
工業廃水排出量 万トン	8,633	7,242	31,488	3,976	6,335	5,838
生活污水排出量 万トン	-	33,806	30,033	4,864	-	-
工業二酸化硫黄生産量 万トン	15.47	18.10	20.47	15.76	11.22	12.88
工業二酸化硫黄排出量 万トン	6.13	9.52	13.20	10.22	6.90	9.02
工業煙塵除去量 万トン	-	220.64	448.80	195.52	437.87	-
工業煙塵排出量 万トン	2.94	5.07	5.11	1.84	11.62	4.76

出所：中国都市統計年鑑 2013²¹

2003 年以降東北振興への経済を促進する財政等の優遇策の実施と同時に環境問題を解決するための工業汚染対策・省エネルギー対策が進められてきた。この中で地勢条件と産業構成の背景が共通点を持っている 6 都市では共通な対策についても共通する点が多く見られる。また、これらの対策はプロジェクト形式で実施されている。中国国家発展改革委員会の発表では、2005 年度の「東北旧工業基地の調整・改造に関する 63 プロジェクト」に 68 億 9,700 万元が投入されたが、このうち、国債資金は 5.8 億元であった。63 のプロジェクトのうち、40 プロジェクトが東北三省に振り分けられたが、その内訳は、遼寧省 19 プロジェクト、吉林省 8 プロジェクト、黒竜江省 9 個項目、大連市 3 プロジェクト、ハルビン発電設備グループ 1 プロジェクトとなった。東北三省への投資金額は 44 億 700 万元（このうち、国債資金が 4 億 2,900 万元）に達し、全体の 63.9% を占めている。産業構造の改善、技術レベルの向上を図るために、「鉱山の改造」「電気機械の改良」「大型機械」「農産物加工機械」などのプロジェクトに国債資金が投入された。²³

さらに、東北振興弁公室が 2007 年 8 月、2010～2020 年までを視野に入れた「東北地区振興計画」を公表した（表 1-3-6）。その中で、2010 年までの経済成長、経済構造、資源・環境など各分野における予測値または拘束値が定められた。

省レベルの目標を達成するために、地方政府は実施主体として都市別に自らの目標値達成計画を作成し、進めてきた。さらに、産業構造の転換および急増するエネルギー消費量を賄うために、都市別特有な特徴を踏まえた再生エネルギー導入も積極的に進められた。

都市のエネルギー・インフラの差異・特徴が存在するために、都市住民の生活に影響を表与えている。1 人当たり住宅用エネルギー供給違いがみられている（表 1-3-7）。

以上を通じて、東北地方のエネルギー供給構造および環境問題における共通の特徴と対象とする 6 都市の共通点が明確に分かる。これを踏まえて、第 2 章においては東北地域の特徴的な 5 都市とコントロールとする北京市の 6 都市を対象に、都市・住宅・家庭部門のエネルギー消費の実態を把握することにある。その上で、実態把握に基づいて、当該地域の地勢的条件や社会的な特性を考えあわせながら、エネルギー利用の合理化を進め、大気環境の改善を図るとともに、温室効果ガス（CO₂）の排出量をできるだけ抑制するための方策を検討することにした。

表 1-3-6 東北地区における 11 次 5 カ年計画の主な目標

分野	指標	2005 年	2010 年	年平均増加率 %	
経済成長	一人あたり GDP 元	15,318	21,889	7.4	予測値
	穀物生産能力 万トン	8,614	9,450	1.9	予測値
経済構造	GDP に占める第三次産業の割合 %	38	41	(3)	予測値
	GDP に占める非公有経済部門の割合 %	36	48	(12)	予測値
	GDP に占める研究開発費の割合 %	1.3	2	(0.7)	予測値
	都市化率 %	52	55	(3)	予測値
資源・環境	単位 GDP あたりのエネルギー消費の削減率 %	-	-	(20)	拘束値
	単位工業生産額あたりの水使用量の消費の削減率 %	-	-	(30)	拘束値
	耕地保有量 万 ha	2,548	2,553	0.2)	拘束値
	主要汚染物質の排出量の削減率 %	-	-	(10)	拘束値
	工業固体廃棄物の利用率 %	51.9	>60	(8.1)	拘束値
	森林被覆率 %	34	38	(4)	拘束値

出所：国家発展改革委員会・国務院振興東北地区等旧工業基地指導グループ弁公室[東北地区振興計画]2007年8月20日。²⁴

注①（）内の数字は5年間の合計目標。

注②ここでいう東北地区には、東北三省の他、内モンゴル自治区のフルンバイル市、ヒンガン盟、シリングル盟、通遼市、赤峰市が含まれる。

表 1-3-7 1人あたり住宅用エネルギー供給量(2011年) 単位：GJ/年

	北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市
電力	3.88	1.92	1.44	0.63	1.09	0.81
ガス	1.28	0.67	1.24	0.56	0.97	0.55
LPG	2.74	0.72	3.24	1.43	1.09	1.65

出所：中国都市年鑑（2011）から算定

第1章の総括と考察

(1) 中国は世界最大のエネルギー消費国であるとともに最大の生産国でもある。中国の人口は2030年には15億人規模に達するとも見られているが、2035年頃までのエネルギー消費は技術進展を見込んで1.5倍、レファレンスケースでは2倍に増加すると予測される。そして、現在はエネルギー供給の約8割を占める石炭の利用は、政策的な

努力が進めば、2035年の長期的将来において50%程度にまで低下することが期待できるとされている。

(2) 中国のエネルギー需給構造は、国内の深刻な大気汚染問題の解決に深くかかわると同時に、世界の温暖化対策の成否を分ける重大な国際政治課題でもある。中国政府は第10次5カ年計画以降、エネルギー対策と環境保全対策を格段に強化してきている。経済の成長と民生の向上と環境保全を同時に目指すため、大規模施設を中心に排ガス処理装置の設置等の環境施設の整備を進めるとともに、エネルギー利用の効率化と低炭素化を推進する政策を強力に進めてきた。この過程で旧弊な小規模施設をスクラップし、環境的にもエネルギー的にも優れた施設への更新を強力に進めてきたことは注目される。

(3) 第12次5カ年計画においては、省エネルギー対策及びエネルギー源の多様化対策を一層強化する方針が打ち出されており、国の内外からエネルギー資源を調達して低炭素化を推進するとともに、原子力発電所の建設も計画的に進められている。また、電力のサーチャージ制度を活用するなどして再生可能エネルギーの利用拡大策を図りつつある。目下のところ風力（陸上、洋上）、太陽エネルギー（光発電、熱発電）等の導入は当初の目標を上回るスピードで進みつつある。

(4) 環境対策も第12次5カ年計画の重点分野となっており、拘束力のある目標が設定され、その着実な達成が図られるようになってきた。その成果を象徴的に示す指標として、硫酸化物の排出総量は2005年の2550万トンをピークに減少に転じた。しかし、2013年1月には極めて高濃度のPM2.5の汚染が発生し、市民への健康影響が懸念され、政府は新たに総合的な大気汚染対策を打ち出すに至っている。経済が発展し続けている中国でのエネルギー・環境対策はまだ不十分な状況にあり、今後格段の対策強化が求められる。

(5) 中国の経済成長に伴い、都市では集合住宅の建築が進み、家庭では住宅エネルギー消費が増大しつつある。家庭におけるエネルギー消費量を日本と比較すると、中国の現状は現在の日本の4割程度であり、それは日本の1970頃のレベルに当たる。なお、家庭におけるエネルギー消費は家電品の種類やその省エネ性能、エネルギー源などを踏まえて総合的に評価されるべきものであり、消費総量では単純に比較できない。こうした点はさらに本論文の4章以下で、中国の家庭におけるエネルギー消費実態調査の結果を踏まえて詳しく分析を試みることにする。

(6) 中国東北部は全地域面積が125万km²（全国の8.4%）、人口1.18億人（総人口の8.4%）、GDPは1.6億元（11.8%）[以上2004年当時]で、豊富な石油・石炭等の地下資源を背景に半世紀にわたり、国有企業の集積地としてされてきた。鉄鋼、機械、石油、化学、石炭等の重化学工業を形成。長年にわたり無制限に地下資源を採取したため、過去20年間、石油、石炭、鉄鉱石などの枯渇が進み、それとともに生態環境の破壊が深刻化した。不合理な経済体制に加わり、東北の経済発展を阻害。しかも、寒冷地のため暖房供給を必要とし、石炭消費が大きい。そのため、大気汚染をはじめとする各種の環境汚染（二酸化硫黄・粉塵・廃水）が深刻である。民生エネルギーの利用に伴う環境対策は他の地域に比べて困難性が高く、より先進的な取組が必要となっている。

参考文献

1. 北京週報掲載：“中華人民共和国国務院報道弁公室「中国のエネルギー政策」”，
http://japanese.beijingreview.com.cn/wxzl/txt/2012-11/02/content_495960_2.htm，
2013-9-8 閲覧
2. 中国能源統計年鑑 2012
3. 中国網チャイナネット：“中国国務院，“「中国のエネルギー政策 2012」白書”，
http://japanese.china.org.cn/business/txt/2012-11/01/content_26975468_5.htm，
2013-9-8 閲覧
4. 資源エネルギー庁，資源エネルギー白書 2008－2013
5. 郭四志，(2013) 中国原子力発電の状況とゆくえ，107-117pp，帝京大学経済学会
6. IEA，Energy Balance of OECD Countries，Energy Balance of Non-OECD
Countries，2035 年までのアジア・世界エネルギー需給見通し，エネルギー経済研
究所 IEEJ 2011 年 3 月掲載
7. IEA，World Energy Outlook 2012
8. 松尾雄司，「アジア／世界エネルギーアウトルック 2011」，(財)日本エネルギー経済研
究所 第 407 回定例研究報告会
9. 中国統計局，中国統計年鑑 1990-2011
10. 李志東，「日中の自動車環境対策の歩みと今後の課題」，2013 年度日中環境実践研究
講義資料)
11. 染野憲治，(2013) 「中国の環境問題と環境政策-環境問題から見る中国社会」，2013
年度日中環境実践研究講義資料
12. 大気汚染防止法
13. 朱法華・王聖・趙国華・李輝，(2011) 「GB13223-2011 火力発電所大気汚染排出基
準—分析と解説」，中国電力出版社
14. 清華大学建築省エネ報告書 2009-2012
15. 外岡豊・坂本和彦・高偉俊・明日香寿川「中国における気候変動シナリオ分析と国
際比較による政策立案研究」，国際環境研究協会，地球環境研究総合推進費，平成
20 年度研究成果 中間報告集:569-635 2009
16. 日本内閣府，(2013-3) 消費動向調査
17. 朱永浩，(2008-10) 「中国東北振興政策の進展 —遼寧省の事例を中心に—」 財団
法人 環日本海経済研究所 (ERINA) 日本国際経済学会第 67 回全国大会
18. 劉文新・張平宇・馬延吉「東北地区生態環境態勢および持続可能な発展対策」，中国
科学院东北地理与农业生态研究所
19. API “Air Quality Index” リアルタイム気質指数ビジュアルマップ，2013-10 閲覧
20. 中国統計局，(2011)第六回人口調査
21. 中国都市統計年鑑 2013
22. 中国都市建築統計年鑑 2011-2013
23. 振興東北網：“国家発展委員会下達 2005 年老旧工業基地調整改造和重点行業構造調

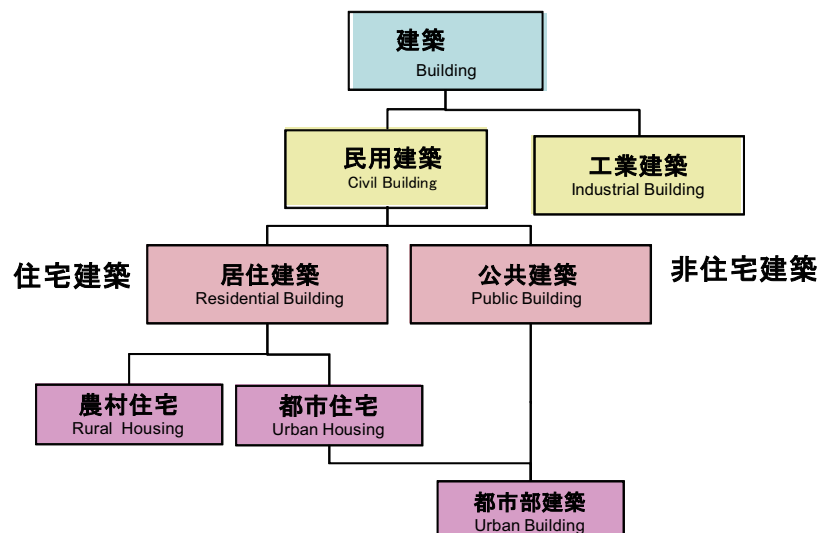
整国債投資計画”

http://chinaneast.xinhuanet.com/2005-02/04/content_3667404.htm, 2008-7-1
閲覧

24. 国家発展改革委員会・国務院振興東北地区等旧工業基地指導グループ弁公室, 「東北地区振興計画」
25. IEA, Energy Balance of OECD Countries, Energy Balance of Non-OECD
26. エネルギージャーナル社, 「週刊エネルギーと環境」1990年1月 - 2013年1月発行分

補注

1. 都市区分：市区(市轄県が含まない)非農業総人口数で都市規模を区分する。
(1)100万人口以上特大都市 (2)50-100万人口大都市大城市;(3)20-50万人口中等都市
(4)20万人口以下小都市.
2. 中国の tce は 7000kcal 換算であることを記載する.
3. 中国における建築の区分について、中国の統計では住宅建築を都市部住宅と農村部住宅に分けており、日本で言う業務建物を公共建築と呼び、この三区分をあわせて民用建築（工場を含まない）と呼ぶ。民用建築のエネルギー消費量は三区分別の他に北方採暖エネルギーがあるが、寒冷な地域の大都市では地域暖房が義務付けられており、地域熱供給分を「北方採暖」として加算して(民用)建築部門エネルギー消費量とする。この北方採暖エネルギーは寒冷地の都市部建築に供給されるが供給先が公共建築か都市部住宅かを区別した統計データは存在しない。



中国の建物分類

4. 中国空気質量基準（大気汚染の環境基準）

環境大気質機能エリア分類	
一類エリア	自然保護区，風致名勝エリア，及び特殊な保護が必要な地区とする。
二類エリア	都市計画の中で確定された居住エリア，商業・交通及び住民の混合エリア，文化エリア，一般工業エリア，及び農村地区とする。
三類エリア	特定の工業エリアとする。

物質名称	測定値の選定時間	濃度制限値		
		一級基準	二級基準	三級基準
SO ₂	年平均	0.02	0.06	0.1
	日平均	0.05	0.15	0.25
	一時間平均	0.15	0.5	0.7
TSP	年平均	0.08	0.2	0.3
	日平均	0.12	0.3	0.3
PM10	年平均	0.04	0.1	0.15
	日平均	0.05	0.15	0.25
NO _x	年平均	0.05	0.05	0.1
	日平均	0.1	0.1	0.15
	一時間平均	0.15	0.15	0.3
NO ₂	年平均	0.04	0.04	0.08
	日平均	0.08	0.08	0.12
	一時間平均	0.12	0.12	0.24
CO	日平均	4	4	6

第 2 章

都市・住宅・家庭系の省エネ対策検討のシナリオ

第 2 章 都市・住宅・家庭系の省エネ対策検討のシナリオ

〔第 2 章の全体構成について〕

本研究の第一の目的は、中国東北部の中核的な 5 都市とコントロールとしての北京市の 6 都市を対象として、都市・住宅・家庭部門のエネルギー消費の実態を正確に把握することにある。その上で、把握できたエネルギー消費の実態把握に基づき、中国東北部の諸都市の地勢的条件や社会的な特性を考えあわせながら、市民レベルでのエネルギー消費の合理化を進め、大気環境の改善を図るとともに、温室効果ガス（CO₂）の排出量を抑制するための各種の方策を検討することにある。そして最終的には、中国東北部における今後の都市・住宅・家庭系のエネルギー消費動向を予測しつつ、エネルギー・環境対策の課題を整理するとともに、環境共生型都市の形成という視点に立って、エネルギー・環境政策の今後の展開の在り方を提言することを目指している。

第 2 章では、本研究で主に取り扱う都市・住宅・家庭系におけるエネルギー・環境対策のスコープが、エネルギー・環境対策の全体像の中でどのように位置づけられるものであるかを明らかにするために、まず、**2.1 日中両国におけるエネルギー・環境政策論の概括**では日中両国におけるこれまでの政策的な議論、手法及び経験等に基づいて、今日のエネルギー・環境問題の基本的な構造を概説した後に、エネルギー・環境対策を 8 つの重層的な構造に区別してそれぞれの特徴を整理する。それに基づいて、**2.2 エネルギー・環境対策検討のスコープ設定について**では、本研究のスコープ（守備範囲）を説明するとともに、従来の研究や政策動向を勘案したうえで、本研究のスコープと、対策の検討において着目する三つの視点を明らかにする。**2.3 エネルギー・環境対策のシナリオ設定及び研究手法**では、2.2 に示したそれぞれの着目点に対応して、採用する検討のシナリオと研究手法などについて整理して述べ、さらに本研究が目指す環境共生型都市のビジョンを説明するとともにその検討に当たってのフレーム（枠組）を示す。

これによって、本章に引き続く第 3 章以下の各章が担う役割が明確になる。

2.1 日中両国におけるエネルギー・環境政策論の概括

2.1.1 今日のエネルギー・環境政策論の基本的な枠組み

今日、世界の多くの国々においてエネルギーの安定的な供給を確保するは、最も重要な政策課題になっている。そのため、エネルギーの供給サイドからは、新たなエネルギー資源の開発を推進するとともに、エネルギー源の多様化を進め、それによってエネルギー資源の調達先の分散を図ることが目指されている。一方、エネルギーの需要サイドからは、できるだけエネルギーの利用を合理化（省エネルギー化）し、エネルギー利用を効率化することによって、最終的にはエネルギー消費総量の増大を抑制することが目指されてきた。

こうしたエネルギーの需給構造を安定化させ、エネルギー利用を合理化しようとするエネルギー政策上の方針は、世界の一次エネルギー供給の 80%以上を化石燃料に依存しているという現実の中では、二酸化炭素（CO₂）の排出量を抑制して、大気中濃度を「気候系に対する危険な人為的干渉を防止する水準で安定化する」（UNFCCC 第 2 条目的）とする地球温暖化防止対策が求める方向と一致している。このため、現在の世界のエネルギー・

環境対策の議論においては、エネルギー対策と温暖化対策が一体的に論じられることが多い。

第1章でみたように、中国のエネルギー政策の方針においても、GDP当たりのエネルギー消費を2020年までに40%以上削減するとする、COP15における温家宝首相による国際公約は、中国の国内におけるエネルギー政策と国際交渉における温暖化防止対策の方針が一体化していることがわかる。また、それが中国の持続可能な発展にとって必要であるとの中国政府の認識を端的に示しているといえる。

むろん、温暖化問題に着目した場合、エネルギー利用と環境保全との関わる対策メニューにおいては共通する点が非常に多い。例えば、企業の省エネ努力を含めた環境マネジメント・システム（EMS）の充実、環境ビジネスの推進、グリーン経済への移行といった対策の推進が、エネルギー資源の有限性によって利用制約が強まる中で、環境保全と社会・経済の発展を両立させ、または、好循環させるものとして期待されてきた。しかし、中国をはじめとする途上国の多くでは、大気汚染を始めとして深刻な公害問題に直面している。

2.1.2 日本の大気汚染対策の経験と評価について

大気汚染とエネルギー利用との関係も非常に密接であるが、日本の大気汚染経験の分析結果などから明らかにされているように、排煙脱硫装置の導入を始めとする大気汚染防止対策の中には、全体としてエネルギーの消費量を増加させるものもある。したがって、エネルギー・環境対策の検討に当たっては温暖化対策と大気汚染対策の性格は少し異なる。

そこで、大気汚染とエネルギー問題との関係について考えてみる。温暖化問題が地球環境問題としてクローズアップされる以前からエネルギー利用と密接な関係をもっていたのは大気汚染である。大気環境保全の分野ではエネルギー供給の改善が対策の中心にあることは当然とされてきた。具体的には、古典的な大気汚染物質（SO_x、NO_x、ばいじん、CO）のすべてが、エネルギーの質と消費量に直接的に関わるものである。日本において、古典的な大気汚染の改善は、石油や石炭の硫黄含有率の低減、排煙脱硫、排煙脱硝、電気集塵機やバグフィルターといった排ガス処理装置による排ガスの浄化によって、1970年代から80年代の前半にかけてのかなり短期間に解決されてきた。日本の大気汚染対策が急速に進展した時期に発生した石油危機は、エネルギーの質的な悪化をもたらすことなく、むしろエネルギー価格の高騰が消費量の減少を招き、それを契機に日本の産業構造は重厚長大から軽薄短小へと急速に構造転換していった。それによって、日本の古典的な大気汚染物質に対する対策は、比較的簡単に解決に向かっていくことができた。

政策の進展という点から補足すると、高度経済成長期に顕在化した産業公害の発生が「政策の失敗」とされてのちに、大気汚染防止法の制定(1968年)とそれ以降の改正強化を通じて厳しい規制が実施され、大気環境の改善が急速に進んだ時期に、石油危機が発生している。石油危機の勃発は、公害対策の経済的な余力を奪うものとされ、1970年以降に導入が検討されつつあった自動車排ガス規制（いわゆる日本版マスクー法）が、日本経済に悪影響を及ぼすのではないかとの意見が産業界から出されたこともあった。しかし、反公害の世論が経済論理を超えて環境優先の政策を支援する結果になったとされている。¹

一方、日本の産業構造が一挙に低公害型に転換していったことが、結果的には日本の経

済成長を維持することになり、規制効果以上に大気汚染の改善に効果をもたらしたと評価付けされている。そのことは、OECDによる日本の環境政策レビュー(1976)においても、また、その後の環境省による多くの政策評価作業において明らかにされている(表 2-1-1、図 2-1-1)。

表 2-1-1 日本における硫黄酸化物の排出削減に寄与した要因分析について

(1) 硫黄酸化物対策はとりわけエネルギー事情と深く関わる。日本で 1970 年代の比較的短期間のうちに硫黄酸化物による汚染が急速に改善されたのは、石油利用が拡大する中で、低硫黄の燃料が安価で入手できたことなどのエネルギー事情が幸いした。

(2) 公害健康被害補償予防協会(現在の独立行政法人環境保全再生機構)が 1997 年に公表した「日本の大気汚染経験」においては、元国立環境研究所の森田恒幸氏の環境経済的な手法を用いた日本の硫黄酸化物対策の構造分析結果がまとめられている。

(3) それによれば、日本がもしも SO_x対策を講じなかった場合(つまり、燃料の質は改善されず、重油脱硫、排ガス処理装置の導入がないとした場合)には、日本の経済規模の拡大に伴って、1996 年の日本の排出総量は 3,500 万トン/年に増加したと推定される。

(4) 実際には 1964~1972 年の最大排出量は 500 万トンにとどまり、1996 年の実際の硫黄酸化物の排出総量は 80 万トンにとどまっていて、この時期に、全国のほぼすべての地域で、二酸化硫黄の大気環境基準が達成されている。

(5) この試算に基づき推計すると対策種類別の削減効果の比率は以下のとおりとなる。

①燃料質の改善・重油脱硫の効果	- 45%
②省エネ対策の推進による効果	- 24%
③排煙脱硫装置の導入の効果	- 12%
④産業構造の変換に伴う効果	- 19%

※産業構造が重厚長大から軽薄短小へ転換したのは 1972 年~1996 年の間とされる。

1970 年以降は産業公害が下火になっていく一方で、都市生活型公害が顕在化していった。大気汚染について都市生活型の公害の深刻化を示す事例として歴史的に有名なのは、東京都下の高校で運動練習中だった女子高校生 40 人以上が、のどの痛みを訴えたり、全身にけいれんをおこして、救急車で病院に運ばれるという事件の発生である(立正高校事件)。これは、光化学スモッグが原因とされ、これ以降、工場事業場への硫黄酸化物、ばいじん規制を中心としてきた時代から、窒素酸化物対策と炭化水素対策の重要性が認識されるようになった。自動車排ガス規制も 1970 年代から始まっている。

それ以降、日本の大気汚染対策は自動車環境対策が最大の行政課題になってきた。光化学スモッグ対策は低緯度で温暖もしくは高温地域で問題になる汚染であるため、中国東北

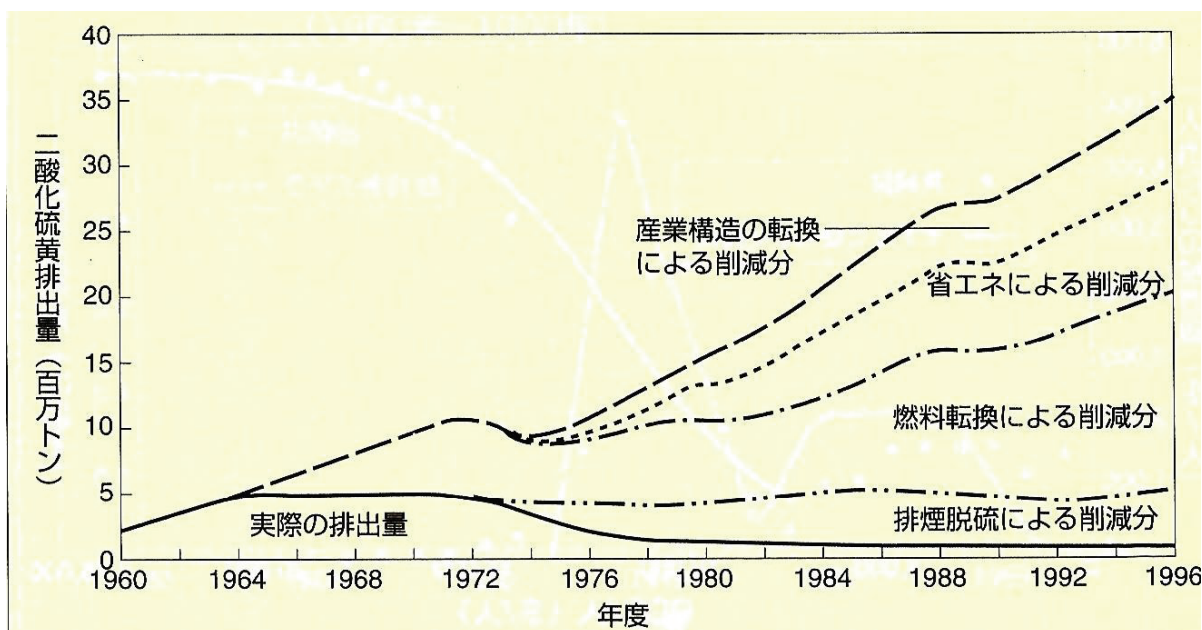


図 2-1-1 日本の二酸化硫黄の排出量削減対策別効果の経時的な変化

出典：「日本の大気汚染経験」 p92—公害健康被害補償予防協会（1997）²

部ではこれまで注目されてこなかったが、第1章でみたように、第12次5カ年計画における目標をみると、窒素酸化物対策の重要性が高まっていることがわかる。こうした視点で見ると、中国の古典的な大気汚染物質に対する対策は、日本よりも数十年遅れて進んでいるといえる。

日本における自動車環境対策は、排ガス規制の段階的な強化と並行して、首都圏、名古屋圏、関西圏の三つの高濃度汚染地域では、排ガス性能に優れた新車の導入を促進し、交通流（物流及び人流）を合理化する方策などが実施された。その結果、2000年以降には窒素酸化物及び粒子状物質（PM10.0）の環境基準の達成率が急速に向上している。

2.1.3 温室効果ガス排出の現状と対策シナリオ

これに対して、1980年代の後半から世界の最重要な環境問題としてクローズアップされた地球温暖化問題は、古典的な大気汚染問題よりもはるかにエネルギー消費の本質との関係が深いものであるために、環境政策及びエネルギー政策的には解決の目途はまだ立っていないといつてよい。地球温暖化対策に関する議論は科学的な知見の整備に関しては、IPCCの1990年の第一次評価報告書から、2013～2014年の第5次評価報告にいたるまでの報告書を通じて、人為的な活動によって温暖化が進行していることはほぼ間違いないとされてきた。1992年に採択されたUNFCCCに基づく基本的な枠組の中で、1997年に採択された京都議定書に基づき第一約束期間（2008～2012年）における先進各国のGHG排出量削減の義務付けが行われてきた。しかし、地球温暖化問題を巡る真剣な国際的議論が行われてきたものの、中国、インドなどの新興国と先進国との意見の対立が激しく、世界の主要なGHG排出国が参加して排出量の削減を図るための枠組は合意に達していない（2013年10月現在）。その結果、CO₂の排出量は年々急速に増加し続けていて、1990年

に 200 億ト強であった世界の化石燃料起因の CO₂ 排出量は 2011 年には 313 億トを超えている。その主たる増加要因はアジア諸国の排出量の伸びである。とりわけ中国の排出量著しく 2008 年には米国を上回り 2011 年には 80 億トを超えている³。こうした状況の中で、2005 年には非 OECD 諸国の化石燃料起因の CO₂ 排出量が全体の半分以上を上回った。

排出量の増加は続いているものの、世界各国のエネルギー利用に関する戦略は一定の方向に固まってきている。IEA や OECD などの国際的な専門機関における議論においても、毎年のエネルギー白書に示されている日本政府のエネルギー政策の方針においても、そして第 1 章で整理した中国の現在のエネルギー政策や、将来予測をみても、ほぼ共通していると思われる。

それらを要約すると、①エネルギー総量の抑制を目指しつつも、当面はエネルギー利用の効率化を進める、②その過程で単一種のエネルギー源に偏らず、エネルギー源の多様化を進めて安定供給を目指す、③温暖化対策としてもまた古典的な大気汚染対策としても環境的には有利であることから、エネルギー源は石炭よりも石油、石油よりも天然ガスの利用を指向するが、量的な安定供給を確保するためにも、またエネルギー価格の高騰を抑止するためにもレベレッジ（梃子）としての石炭の利用は必要となる、④枯渇性の化石燃料を温存し、または不足を補うために、再生可能エネルギーの開発と利用拡大を図ることが政策上の重要な課題となっている。それは、途上国、先進国を問わず、また、非産油国だけでなく産油国でも重要な政策になっている。

2.1.4 中国のエネルギーの 2035 年展望と環境負荷増大の傾向

ここで、中国のエネルギー状況の展望について再度整理すると次のようになる。国際機関及び日中両国の政府機関や専門機関が、今後の世界の経済情勢や人口増加を考慮して将来を予測した結果によれば、2035 年には全中国の一次エネルギー供給は、2008 年の 19 億ト（石油換算）から 38 億ト（同）へと倍増することが見込まれている。最終エネルギー需要についても 2010 年の 15 億ト（石油換算）から 2020 年には 20～21 億ト（同）へ、そして 2035 年には 21～24 億ト（同）へと増加する。最終エネルギー需要のうちわけに着目すると石炭の直焚きは現在よりも減少するが、代わって輸送用エネルギーとして石油需要が急増して、石炭の 1.5 倍の消費量となる。最終需要は産業部門では 20% 程度の緩やかな増加にとどまるが、2035 年の運輸・交通部門のエネルギー消費は少なく見積もっても 2010 年の 2.5 倍、トレンドで見ると 3 倍に急増する。運輸部門の伸びが急速である理由は中国の自動車交通量の急速な増加が見込まれているためである。2010 年の一年間に四輪車以上の自動車は 1500 万台以上も増加して 7,800 万台に達し、日本の 7,500 万台を抜いて、米国に次ぐ世界第二の自動車大国になった。

本研究の主テーマである、2035 年の都市・住宅部門の最終エネルギー消費は、電気が 2010 年の 0.81 億ト（石油換算）からエネルギー効率が最大限高まったとしても 2035 年には 1.78 億ト、現行の政策のまま推移すれば同年には 2.26 億トに増加して、全体の 3 割強を占めると見られている。次いで、都市・住宅部門の最終エネルギー需要を賄うエネルギー源はガスで、その比率は現在の 5% から 2035 年には 20% 程度に上昇する。さらに注目されるのは、都市・住宅部門での再生可能エネルギーの利用がガスを上回る量になると

予想されている点である。寒冷地における熱需要は 2035 年において 0.21～0.24 億トン（石油換算）程度と見込まれており、これは最終需要量であるため、エネルギー転換効率を考慮すれば、都市・住宅部門に投入される直焚きの石炭や石油の量に匹敵する。

こうした 2035 年までを見据えたエネルギー需給の将来予測の中で注目すべき点は、エネルギーの安全保障と環境保全上のニーズから、各種のエネルギーがミックスして用いられていくことである。国内の生産量が多いため石炭は引き続き重要な一次エネルギー源となるが、輸送用燃料として石油の輸入量も急増すると見込まれ、しかも、環境的に良質な燃料である天然ガスの供給増え、特に民生部門での消費が増える。その他にも風力やバイオマスを中心として再生可能エネルギーの供給が増していく。中国のエネルギー政策の方向から見ると、全体的にはエネルギーの炭素集約度が下がっていくことが期待できる。しかし、エネルギー消費密度は益々高まるために、大気汚染や CO₂ 発生量の絶対値は上昇することになる。

2.1.5 エネルギー・環境対策の重層的な構造について

世界のエネルギー・環境分野の問題の重要性を反映して、様々なレベルにおいて、問題解決のための対策が検討され、実施されてきている。それらは相互に関連を持ちながら重層的な構造をもって展開されている。本節ではそれらエネルギー・環境対策の重層的な構造を整理して、それぞれの対策の特徴を分析するとともに、相互の関係性について考察する。

こうした整理を行うことによって、本研究の第 3 章以降において詳しく取り扱う、都市・住宅・家庭系の省エネ対策の意義と特徴を明確化することができ、また、実態調査の適切な実施方法と調査結果の集計方法を見出すことができると考える。

(1) 国際的なレベルでの将来展望と対策シナリオの検討

環境とエネルギーの将来的な推移を予測し、関連政策の今後の方向性を見出すことを目的とする国際的あるいは地球的なレベルでの研究は、もっともマクロ的な視点からの対策の検討である。ただし、研究対象となる課題はグローバルな問題であり、地域的な特性がある程度は無視できるという点が特徴となる。したがって、国際的なレベルでの対策の検討は、主に温室効果ガスの排出量の削減（緩和策）に関するものである。こうしたマクロな政策検討を担う研究主体は、国際機関、国家の政策立案官庁もしくは国からの委託を受けた研究機関であることが多い。国際機関としては、国際エネルギー機関（IEA）、経済協力開発機構（OECD）、国連環境計画（UNEP）などがある。毎年公表される IEA の World Energy Outlook、一定の節目に公表される、OECD の Environmental Outlook と UNEP の Global Environmental Outlook において、近年は最大の国際的な懸案となっている温暖化問題との関係が深いために、エネルギー・環境問題の将来展望と政策評価及び政策課題の整理が最重要のテーマになっている。特に 2012 年はリオ+20 に当たったため、これらの国際機関は一斉に 21 世紀中葉（2050 年頃）を見据えた、分析レポートを公表している。政策誘導の意図を持ったこれらの報告では、いずれも温暖化対策の究極的な目標である、2050 年までの温室効果ガス（GHG）の排出量の半減は容易に達成できない高いレベルの目標であることを認めつつも、新たな技術開発とすべての関係者の協力的な努力によ

っては達成が不可能でない」と説明している。また、IEAの2010年の年次報告においては、2035年には世界最大の市場となる中国における、省エネの機器の導入や、エコカーの普及が、経済的にも世界のエネルギー消費構造を環境保全的なものにするための必須の条件であること、つまり、世界のエネルギー構造の改革を担うのは中国であると指摘していることは注目される。

京都議定書の第一約束期間以降の温暖化対策の在り方については、気候変動枠組条約の締約国会議等の交渉会議を中心に進められている。南北世界が一致してGHGの有効な削減枠組を構築して、2020年の中期的な目標の設定と達成、長期的には2050年までに世界のGHGを半減することが求められている。また、合意形成のためには先進国から途上国への資金的援助と技術的な支援の強化が重要な要素となっている。本研究では、こうした国際的な動向について第1章で述べるにとどめることとし、また、第3章以下の検討にあたっての前提条件（フレーム）として適宜参照するにとどめることにする。

（2）国家（全国）レベルでのマクロな政策シナリオの検討

国家レベルでの政策的な議論は、学術的に多様な研究領域を生みだしてきている。特にエネルギー工学の分野においては、政府の技術開発の方針や、新たな技術普及のための経済的な誘導策が様々な方面に強い影響を与えてきた。日本のエネルギー・環境技術は世界でももっとも進んでおり、それが国際ビジネスチャンスとして位置付けられて、国の政策においても重視されてきた。例えば、コジェネレーションシステム、ヒートポンプなどの高効率のエネルギー転換機器を用いることによる省エネの促進の可能性、水素の化学エネルギーを電気に変換する燃料電池技術の開発などの研究が国の支援を受けて進められてきており、風力、太陽光発電や太陽熱発電、バイオマス利用などの再生可能エネルギーの利用拡大のための広範な研究が進められている。環境政策的な観点から新しいエネルギー技術を検討する場合には、普及過程での経済的コストの推定や、環境負荷の軽減に関してはLCA的な評価を加えて分析しながら、それらの技術が大量に普及し、テイクオフした場合の環境効果を分析することが中心的な課題とされてきている。

他方、政策的な視点からの社会科学的研究としては、再生可能エネルギーの普及を図るための補助金制度や固定価格買取制度（Feed in Tariff）の導入などの政策的な効果についての研究、炭素税による省エネ技術の普及促進に関する研究など、環境経済学の領域での研究が注目されてきた。日本ではこうした経済的な手法の導入は比較的遅れてきたとされるが、2012年7月からは固定価格買取制度が太陽光発電、風力発電、バイオマス発電等に適用されており、同年10月からは炭素税の導入が開始された。ただし、温室効果ガスに関する国内の排出量取引制度については、国による試行的な実施が進められてきたが、かねてから日本の産業界には強い反対意見があり、京都議定書の第一約束期間までの本格的な導入は見送られてきた。その後2011年3月の東日本大震災に伴う原発政策の見直しの影響等も加わり、日本は京都議定書の第二約束期間に参加しない方針を固めたため、日本における温暖化対策の枠組は空白の状態が続いている（2013年10月現在）。こうした状況を勘案すると、全国レベルで排出量取引制度が日本で導入される可能性はごく小さいと見られている。なお、地方自治体レベルでは、東京都及び埼玉県において条例等に基づい

て、CO₂排出削減の規制的措置とともに排出量取引が導入されているが、これまでのところ排出量取引が実際に行われた例はない。

再生可能エネルギーの導入促進は欧州と日本でも、また中国でも国家レベルでのエネルギー・環境対策の柱になっている。日本の再生可能エネルギーの普及が住宅の屋根への設置を主体とする太陽光発電に力を入れてきたのに対して、中国では比較的発電コストが安い風力発電や太陽熱利用が重点的に進められている。日本政府は現在、温暖化対策の目標をゼロベースで見直す方針を示しており、また、原発事故以降のエネルギー政策が混乱する中で、エネルギー基本計画の改訂ができないままであるが、再生可能エネルギーの導入目標については、2012年9月14日のエネルギー・環境会議（民主党政権）において「革新的エネルギー・環境戦略」が決定され、そこでの目標導入量が暫定的な政策方針とされている。それによれば2030年の再生可能エネルギー導入目標を3,000億kWh（2010年実績では1100億kWh）とされた。現在は日本でも固定価格買取制度が再生可能エネルギー導入促進の切り札とされている。しかし、一方、送電と発電が分離されている中国の電力事業では、風力発電の導入に関しては石炭火力の発電電力（0.35元/kWh）よりも高い価格（2012年時点で0.6-0.8元/kWh）で買い取る制度を導入している。しかし、実際のところ風力発電電力の16%が売電できず、制度的な歪が中国政府職員によっても指摘されている。

1990年にドイツが国家レベルで導入して以来、固定価格買取制度は再生可能エネルギー導入促進の有効な手段とされてきた。しかし、導入量が増大するにつれて買取費用も増大し、電力消費者の負担が肥大しつつある点が問題とされてきている（2013年資源エネルギー白書）。また、ソーラーパネルの製造価格が下がっていて、日本の製品は中国や台湾の製品に対する競争力が低下している。

（3）部門レベルでの対策シナリオの検討

エネルギー需要統計において一般的に用いられる最終消費の部門区分には、産業部門、民生部門（業務部門、家庭部門）、運輸部門、エネルギー転換部門（発電、熱供給、石油精製）がある。日本ではCO₂排出量の集計に当たっては、民生からの排出量を業務部門と家庭部門に細分類し、セメント製造に伴う原料起因のCO₂を工業プロセスとして区分し、また、廃棄物処理に伴う排出も区分して集計している。部門別の排出量集計は気候変動枠組条約と京都議定書に基づく加盟各国の排出量インベントリーの報告様式としておおよそ共通のものとなっている。そして、日本における部門別のエネルギー・環境対策をどうバランスさせるかの議論は、京都議定書が採択され日本が批准して以降、CO₂の排出量の抑制が求められる中でいつも行われてきた。

つまり、産業部門では基準年(1990年)に対して減少している一方で、民生及び運輸で排出量が急増する傾向が2000年まで続いてきたことから、第一約束期間中の削減目標である基準年比6%削減を達成するためには、排出量が増加し続けてきた、業務部門、家庭部門及び運輸部門の区分別にどのように有効な対策を講じることが課題になってきた。部門別の議論においては、エネルギー転換部門（発電などからのCO₂排出量を、エネルギーの最終消費者の排出量として割り振る、いわゆる間接排出量方式がしばしば採用される。

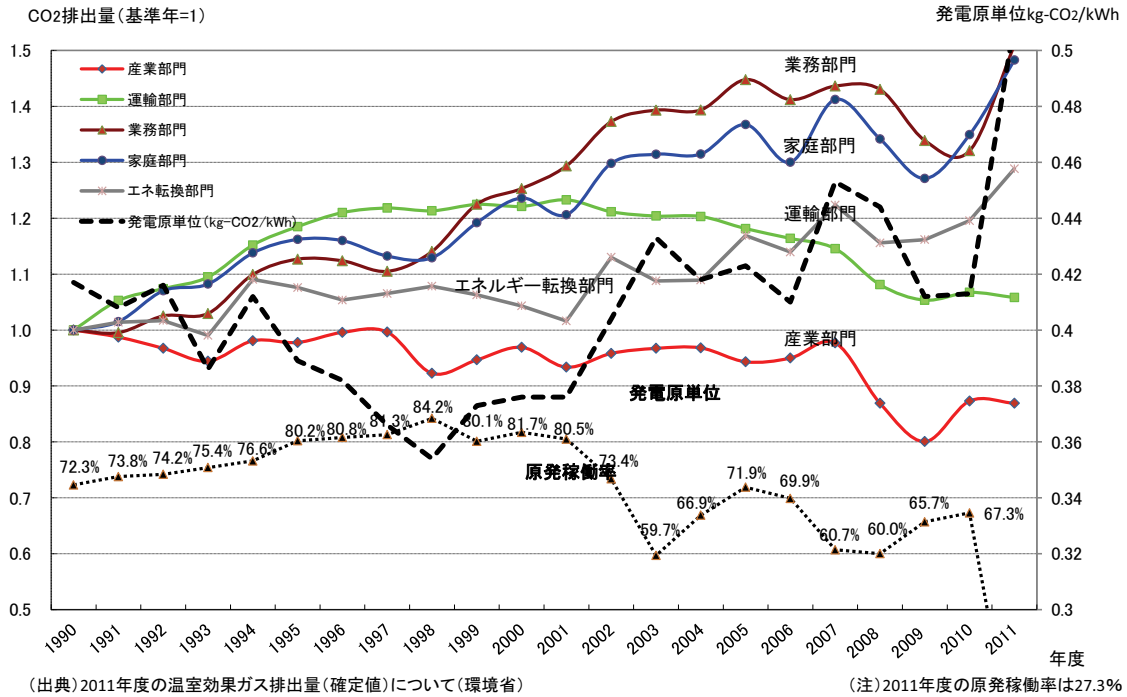


図 2-1-2 日本の部門別の CO₂ 排出量 (基準年比) と発電原単位の推移
出典：吉田(2011)を参考に筆者が 2011 年度までの推移に更新

この場合にエネルギー転換部門の排出量として集計されるのは、エネルギー転換施設の所内での利用量とエネルギーの消費者への輸送ロス（発電の場合には送電ロス）であって、有効に消費される転換後のエネルギーの利用に見合った化石燃料の使用に伴う CO₂ 排出量は最終ユーザーの排出量として集計される。現在の日本では、電気事業（発電）からの化石燃料起因の CO₂ の直接排出量は日本全体の 3 分の 1 以上を占めるが、その排出量は電力消費量に応じて、主に産業、業務、家庭の 3 部門に配分されて集計する。

このうち、電力依存率が高い業務と家庭の 2 部門の排出量は、発電に伴う CO₂ の排出原単位（発電量 1kw 当たりの CO₂ 排出量）が毎年変化するのに対応して、業務と家庭の 2 部門の CO₂ 排出量は電力消費量に大きな変化がなくとも変動することになる。吉田⁴によれば 2002 年度以降の相次ぐ人為的な事故や地震の影響によって、日本の原子力発電所の稼働率は低下し、しかも年々の稼働率のかなりの変動が、名目上の業務、家庭部門の排出量の変動を招いている。したがって、東日本大震災以降の日本の原発稼働率がほぼゼロになったため、2011 年度の通年の原発稼働率は 27% に低下し、日本の電力の CO₂ の排出原単位量は 2010 年の 0.413kg/kWh から 0.51 kg/kWh へと 20% 以上も上昇し、発電に伴う直接排出量は 37,400 万トから 43,900 万トへと 17% 増加した⁵。部門別のエネルギー・環境対策を検討するに当たっては、エネルギー転換部門、特に電力の需給が他部門に及ぼす影響に関して配慮する必要がある。なお、最終エネルギー消費における電力化率は、日本の場合 2010 年において 26.5% であるが、中国においても 2010 年の電力化率は 22.6% となっている。

本研究が検討対象とする家庭部門では、今後の中国の電力化率の向上に伴って、CO₂の間接的な排出量が増加するものと見込まれるため、家庭での省エネの推進による効果とともに、電源構成の低炭素化による効果を検討する必要がある。

(4) 業界・製品別の対策シナリオの検討

エネルギー省力化と地球温暖化対策としてのCO₂排出量削減の規制を行う場合、気候変動枠組条約や京都議定書の交渉の場でも、また、日本のエネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）に基づく規制の実施に当たっても、各国間の平等性や被規制企業間の平等性を巡っては長らく議論が行われてきた。

京都議定書では国別の削減率が政治的な力で決定されたが、日本の産業界は石油危機以降に日本が進めてきた多大の省エネ努力を考慮すれば、米国の7%、EUの8%に比べて、日本の6%削減は厳しすぎるものであると主張してきている。こうした欠陥を是正し、国際的な公平性を確保するための規制あるいは温室効果ガス排出枠の配分の考え方として、セクトラル・アプローチの導入が唱えられている⁶。セクトラル・アプローチの考えかたは、エネルギー利用効率あるいはCO₂の排出強度を同一にすることを基本として、各国のエネルギー消費の節減やCO₂の排出削減を進めようとするところにある。中国政府がCOP15で表明した、GDP当たりのCO₂排出量を2020年までに40-45%削減するとの目標も、セクトラル・アプローチの考え方と基本的に同じものといえる。

日本国内のエネルギー関係の法律においてもこうした考え方が導入されている。日本の省エネ法のトップランナー方式に基づく規制も、必要な量の製品を製造し、必要な量の旅客と貨物の輸送を行い、必要な廃棄物の処理を行うことに関しては絶対量を制限せずに、その効率的な生産、消費を実現するという効率性向上の考え方である。中国における省エネ政策の概略は第1章で述べたとおりであるが、多くの省エネ政策の内容においても基本的には技術革新を図りながら効率性を高めることを目指している点で日本と共通である。

エネルギー効率もしくはCO₂排出強度を目標とする場合、効率性は高まってもエネルギー使用総量とCO₂排出総量は増大し続ける可能性がある。総量の抑制が実現するのは、社会が必要とするサービスの供給量の増大を、技術革新によって生み出される効率性の向上が上回る場合である。なお、図2.2に示された日本のCO₂排出量の変化のうち、2001年以降に減少を始めた運輸部門については、自動車燃費の向上に加えて貨物輸送の合理化による効果である。自動車走行距離は貨物部門でも旅客部門でも年々減少している。このことは温暖化対策の政策評価においても明確に表れている。⁷

なお、セクトラル・アプローチは技術革新を基軸にしたエネルギー・環境対策であり、しかも、自動車、家電、素材生産などの製品群の種類ごとに適用される方策であるので、それら製品に関連する業界ごとのレベルでの対策として整理することもできる。

本研究では第4章の検討で家電製品の省エネ性能の比較を試みることにしている。

(5) 企業のレベルでの対策の実施

個別企業レベルの省エネやCO₂の排出量削減などの環境負荷対策は大きく二つに分類できる。一つは企業の生産活動、事務活動、商業活動に伴うエネルギー消費や環境への負

荷を削減することであり、もう一つは自社が生産する製品の使用によるエネルギー消費量やCO₂の排出量を削減することである。(1)～(4)までに述べてきたレベルのエネルギー・環境対策についての議論は、おもに地球温暖化対策なかでもCO₂排出量の削減対策が中止的なターゲットになっている。しかし、個別企業によるエネルギー・環境対策については、活動が行われる地点の周辺での大気汚染の発生が重要なポイントになることが多い。

二つの分類のうち前者については、2.1.1で見たように、日本では工場・事業場の大気汚染防止法に基づく厳格な規制が行われていて、通常は古典的な汚染物質の排出による周辺地域での大気汚染が問題になることはない。中国でも規制が強化されつつあるが、中国政府が定めた環境基準を超過する汚染が発生する地域は多く残されている。

法規制の遵守を徹底することに加えて、1996年に策定された環境マネジメントシステムに関する国際規格(ISO14001)の認証を取得する企業が多いことも日中で共通である。さらに2010年にはCSRのガイダンス(ISO26000)も整備された。CSRの充実を目指すことが日本の企業ではごく当たり前になっているが、中国でも最近では国際的な活動を展開する企業などではCSRに取り組みが始まっている。こうした企業の環境経営への自主的な取組みにおいても、CO₂と大気汚染物質の排出量の削減は優先順位の高いものとなっている。

後者の自社製品の省エネ性能やCO₂削減は、(4)で述べたように、省エネ法などのエネルギー使用に関する法律において性能基準が定められていて、個別企業はまず法令に基づく基準を遵守することが求められる。家電品の省エネ性能、自動車の燃費基準、建築物の断熱性能などの基準が典型的な例で、日中両国ともすでに制度として導入され、順次基準値を強化してきている。また、法令基準を超える高い性能をもつ製品を販売することが、環境に優しい商品として国民へのアピール力を高め、他社の製品との差別化が生まれて商品販売を有利にすることができると考えられる。日本では、企業がより環境への負荷が少ない製品を販売するように誘導するための政策が政府によっていくつかも実施されている。

例えば、自動車の省エネ性能や排ガス性能に関してはグリーン税制(環境負荷の少ない自動車への減税と、環境負荷が大きい自動車への増税を組み合わせ、環境負荷が少ない自動車の普及を促進する)の導入とセットで、自動車の環境性能の表示ラベルが導入されている。また、家電品の省エネ率の表示ラベルも東京都の政策から始まって全国に普及したものである。

企業のこうした環境取組のうち法令の規制を超える努力は、第一義的には市場における競争力の維持と向上を目指したものであるが、そのことが市民の環境意識との相互作用を通じて、一国全体の環境保全への取組み体制を底上げする上で非常に重要なものとなっている。そのために、中央政府及び地方政府の政策においても、経済的な手法あるいは情報的な手法を用いて、こうした企業の環境努力を後押しするケースが増えている⁸⁹。

(6) 都市・地区のレベルでの対策の実施

比較的広い範囲の「都市」あるいはもっと狭い範囲の「地区」といった空間的な範囲に着目してエネルギー・環境対策を考える場合、地域特性が強く影響を与えることになる。

都市・地区レベルでの対策としては、一般に都市計画における省エネ・システムの導入や土地利用を通じた環境保全への配慮、そして都市・環境インフラの整備がある。

前者はコンパクト・シティ，エコ・シティ，エコ・タウンといった名称で呼ばれるもので，エネルギー消費と環境負荷が少ない都市づくりを目指す。中国では現在『生態モデル都市』の建設が天津，唐山など全国の約 10 地域で進められている。ここでは資源循環型の生産拠点，良好な環境を備えた住宅地域の整備，衛生的なごみ処理施設，都市内交通の整備などを一体的に計画する構想が進んでいる。中国の生態モデル都市の整備はまだ着手されたばかりであり，政策的な評価が定まるまでにはまだかなりの時間が必要とみられる。

一方，日本政府は 2008 年に，温暖化対策の究極目標とされている 2050 年までに世界の GHG 排出を半減させ，先進国は共通だが差異のある責任を踏まえて 70-80% 以上削減することを目指して，『環境モデル都市』の選定が行われた。82 件の応募があり当初 6 つの環境モデル都市が選定され，翌 2009 年には 7 つの環境モデル都市が追加で選定された。しかし，この選定の趣旨が，洞爺湖サミットを直前に控えての温暖化対策のアピールの要素が強く，環境モデル都市の対策メニューの相当が再生可能エネルギーの大量導入とされているなど，都市全体の環境保全を検討するまでに至っていない。

後者に属する，都市・環境インフラの整備は，公害対策においても地球温暖化対策においても非常に重要な役割を占めている。日本では環境基本法に基づく公害防止計画において，下水道の整備，ごみ焼却場の整備，道路沿道の環境整備，緩衝緑地の整備などが重点的に進められてきた。中国においてはエネルギー供給を始め都市インフラの整備に関わる事業主体は会社の形態をとっているが，政策上重要であるために，運営の意思決定には政府の意向が強く働いている。このため，中国においては発電所，寒冷地での地域暖房の供給施設，住宅建設など，都市・住宅環境の改善に関する事業には都市政府の役割が大きいものになっている。

本研究の第 3 章における検討は，阜新市をケースとして，発電所及び電熱併給の熱電所，地域暖房プラントといった都市インフラに着目して，大気汚染の改善効果を詳しく分析することとしている。

(7) 市民のレベル

市民のレベルのエネルギー・環境対策としては，日常生活における一人一人の省エネ努力，環境意識とそれに根差した実践行動が基本となる。また，環境 NPO などの市民団体による環境保全活動は，市民の環境意識の高揚を図る上で重要であるばかりでなく，市民と企業もしくは行政機関との間の仲立ちをすることによって，地域全体のエネルギー・環境対策を促進するという，触媒的な作用が期待できる。

産業公害の防止に関しては行政機関による規制措置が中心的役割を果たすが，省エネ，再生可能エネルギーの普及促進，国民的な環境思潮や行動を促進する上では，行政機関による普及啓発活動を含めた広い意味での情報的な手法が有効と考えられている。特に 1992 年の地球サミット以降，日本では温暖化対策や省エネ対策として情報的な手段が多く用いられてきた。省エネ家電の選別を容易にするラベリング制度は企業間の技術開発競争を促進するとともに，消費者の環境に優しい製品の選好を促進する上でも重要になっている。

情報的な手法の一つとして最近注目されているのは、家庭やオフィスでのエネルギー消費量や CO₂ の排出量をリアルタイムで「見える化」し、表示するシステムの普及である。日本の自動車では燃費をコックピットに表示する装置が標準的に装備されるようになり、家庭での電力消費量が連続的に表示できる電力測定器(「ワットチェッカー」「省エネナビ」などと呼ばれる。)が活用されるようになってきている。単に見える化だけでなく、家庭やオフィスにおけるエネルギーの省力化と適正な管理のために、エネルギー管理システムを導入する HEMS (Home Energy Management System) や BEMS (Building Energy Management System) の普及も進みつつある。さらに、2011 年頃から日本の住宅メーカーが市場に投入し始めた「スマートハウス」は、HEMS として家庭にエネルギー管理システムを導入し、家電、太陽光発電、蓄電池や電気自動車などを一元的に管理するほかに、スマートホンなどを使用して遠隔操作等も可能にすることを目指した省エネ住宅である。また、日本の環境省が提唱する「エコハウス」は、断熱や機密構造などの環境基本性能を確保し自然・再生可能エネルギーを活用する住宅で、環境共生型住宅モデル整備事業として 2008 年から開始されてきた。一方、中国においては北京市などの大都市で、企業による環境広告が目立つようになってきているが、行政機関による市民への情報的な手段の活用はいまだ普及していない。

情報的な手法を通じた環境保全の促進方策は、(4) で述べた製品レベルでの対策、(5) で述べた、企業の環境保全取組みとも関連する対策である。情報的な手法は、市民の環境意識レベルの高さによって有効性が左右されるともいえるが、逆に、市民の意識高揚にも影響を及ぼすことになる。情報的な手法に関しては、本研究の第 4 章における電力消費量を見える化しながら計測する実験結果の解析と、第 5 章における日本国内の情報的な手法の政策的な評価及び中国の市民の環境意識分析において取り扱う予定である。

これらを一括して表に整理すると表 2-1-2 のとおりとなる。

表 2-1-2 エネルギー・環境対策の検討レベルに関する重層的な構造（日中両国の事情を中心に整理した場合）

	環境課題	政策的な視点	技術開発・実用化の視点	社会システム改革の視点	関連章
(1) 国際的レベル	温暖化対策	2020 年の中期的な GHG 削減目標 2050 年の長期的な GHG 半減目標 先進国と途上国が参加する枠組構築	革新的な省エネ機器の開発・実用化 再生可能エネルギーの導入促進 CCS 等の新技術の開発・実用化 等	先進国から途上国への財政強化 先進国から途上国への技術支援 透明性及び公平性の確保 等	1
(2) 全国的レベル	主に温暖化対策 ／ 大気汚染対策	日中とも経済発展と環境保全の両立 (持続可能な発展シナリオの達成)	省エネ機器の革新及び導入促進 コージェネ・ヒートポンプの導入促進 自動車の燃費改善/CO2 削減 再生可能エネルギーの改良・普及 等	省エネ法規制強化, 補助金制度充 実 グリーン税制の導入・充実 環境税(炭素税)の導入 固定価格買取制度の適切な運用 等	1
(3) 部門別レベル	温暖化対策	増加率の高い部門の対策を重視	民生部門：省エネ機器・装置の普及 HEMS, BEMS の普及 運輸部門：燃費向上, 技術開発 等	部門間の相互関係（間接排出量の 配分など）の調整 輸送手段のモーダルシフト 等	2
(4) 業界レベル	温暖化対策	セクトラル・アプローチを重視	業界・製品分野の先端技術開発 等	トップランナー方式の省エネ規制	2
(5)-1 企業レベル (自社)	温暖化防止対策/ 大気汚染対策	自主的取組支援・規格・ガイダンス	省エネ機器, 高燃費自動車導入促進 BEMS 導入, 大気汚染防止技術, 製 品製造技術の向上 等	ISO14001, ISO26000 の普及 社内の環境管理体制の整備 等	2
(5)-2 企業レベル (製品)	温暖化防止対策/ 大気汚染対策	省エネ・低炭素製品の普及促進 LCA 的な評価システムの確立	製品の環境負荷の低下/LCA 技術 自動車の排ガス性能向上	省エネ法規制, ラベリングの導入 省エネ・環境での企業競争促進 環境広告の普及拡大 等	2
(6) 都市・地区 レベル	温暖化防止対策/ 大気汚染対策	都市・インフラの整備・充実	エネルギー供給施設（発電所, 熱電 所, 地域暖房, ごみ処理）環境整備 道路環境の整備, 住宅環境の整備	都市計画策定における環境配慮 都市基幹設備の環境対策を促進	3, 6
(7)-1 市民レベル (消費)	温暖化防止対策/ 大気汚染対策	省エネ家電等の普及促進 省エネ住宅の供給促進	暖房システムの省エネ化 住宅の断熱化の推進, HEMS 普及	情報的な手法の活用を促進 補助金充実, グリーン税制の導入 固定価格買取制度の適切な運用	4, 6
(7)-2 市民レベル (意識)	温暖化防止対策/ 大気汚染対策	情報的な手法の活用を促進	—	情報的な手法の活用を促進 環境教育の充実	5, 6

2.2 エネルギー・環境対策検討のスコープ設定について

2.2.1 本研究で着目するエネルギー・環境対策の3つのレベルと3つの要素

本研究の第3章以降で行うエネルギー・環境対策の検討においては、北京市を含む中国東北地方の6つの都市・住宅における、エネルギーの省力化、温室効果ガスの低減及び大気汚染改善の可能性を明らかにすることを目指して、特に表2.2に整理した対策レベルのうち、以下の3つのレベルについて詳細に調査、分析及び評価を進めることとした。

- ①都市・地区レベル（都市のインフラ整備と公共政策）
- ②市民レベル（エネルギーの消費の観点からの対策）
- ③市民レベル（市民の環境意識の高揚を図る対策）

これらのレベルの対策検討で着目することとした要素を具体的に示すと次のようになる。

まず、①の都市・地区レベルの検討では、都市政策とインフラに関する要素（特に寒冷地を対象とすることから地域暖房の導入と集合住宅の省エネ性能の向上）に着目し、エネルギー政策と環境政策の効果をマクロに把握して分析することを目指した。

中国東北部では冬季の暖房用のエネルギー消費が大きく、また石炭の利用が8割近くを占めるため、炭素集約度が高く温暖化対策の実施は困難性が大きい。エネルギー供給面からこの課題を乗り越えることがどこまで可能かを検討することが重要と考えられる。

また、大気汚染についても検討することとし、その際には中国における環境情報の利用上の制約を考慮して、主に硫黄酸化物（SO_x）を検討対象の大気汚染物質とし、ばいじんや窒素酸化物（NO_x）についても、可能な限り検討を加えることとした。

次に、②の市民レベル（消費）では、家庭での各種エネルギー消費機器の普及に関連する要素（製品性能の向上とライフスタイル）に着目し、省エネの可能性について検討することとした。具体的には家電品による電力、ガス器具のガス消費などエネルギー消費の実態を詳細に把握するとともに、エネルギー消費とライフスタイルとの関連性を分析することとする。特に家庭の電力の消費状況を実測して詳細を把握することとした。

さらに、③では、市民の環境・省エネ意識の水準に関連する要素（市民の意識高揚）に着目し、中国東北部の諸都市の市民の環境意識や省エネ意識の特徴を明らかにし、今後さらに環境意識と省エネ意識を高めるために、情報の見える化などの政策手法がどの程度有効であるかを考察することとした。

なお、以上の①～③のいずれのレベルでの対策検討においても、日本のエネルギー・環境対策の経験を参考として、比較的的分析・検討することを目指した。

2.2.2 東北部の諸都市のエネルギー・環境問題の特性

第1章で見たように、中国の中でも東北部の諸都市のエネルギー・環境問題は特に次のような特徴をもっている。

- ①寒冷地であるため冬季の暖房用エネルギー消費の比率が高い。
- ②石炭に恵まれている反面、天然ガスを産出しない。このため、都市・住宅に供給される化石エネルギーの石炭比率が高く、このため、大気汚染対策及びCO₂排出抑制の実施が難しいという特徴がある。

- ③一方で、産炭地であるために利用可能な炭層ガスは、メタンを主成分とするため低炭素化への期待が開ける有望な良質エネルギーである。
- ④再生可能エネルギーの導入可能性を考えると、太陽エネルギーの利用において不利な東北部であるが、阜新市など東北部では一般に風が強く、風力発電の導入ポテンシャルが高いことが特徴である。

こうした、大気環境保全の面からはデメリットとメリットを同時に抱える地域において、大気汚染の改善とCO₂排出削減をどこまで進められるかが今後の環境政策とエネルギー対策にとって非常に重要な意味をもっている。また、序論の背景・目的で述べたように、本研究の狙いは、今後のエネルギー需要の急激な伸びが見込まれるにも関わらず、これまであまり環境対策が論じられてこなかった都市・住宅系の対策を中心に検討することにある。

この場合、中国の家庭におけるエネルギー消費の実態に関する利用可能な情報が限られており、これに関連する実際のデータを取得することが必要である。このため、家庭でのエネルギー消費実態に係るデータを把握することが、本研究では重要な作業となってくる。

以上の視点に立って、中国東北部の3省の省都及びその他の中核となる5都市を対象にして、大気汚染が改善され、CO₂排出量の抑制が図られる環境共生型の都市を実現するための、対策の実施可能性を検討することとする。なお、東北部5都市の比較においてコントロールになる（比較対照となる）都市として、北京市を選定している。ただし、哈爾濱市については調査実施における困難性が高かったため、一部の調査において対象としており、すべての調査で対象にすることができなかった。なお、本研究のスコープを整理すると図2-2-1のとおりである。

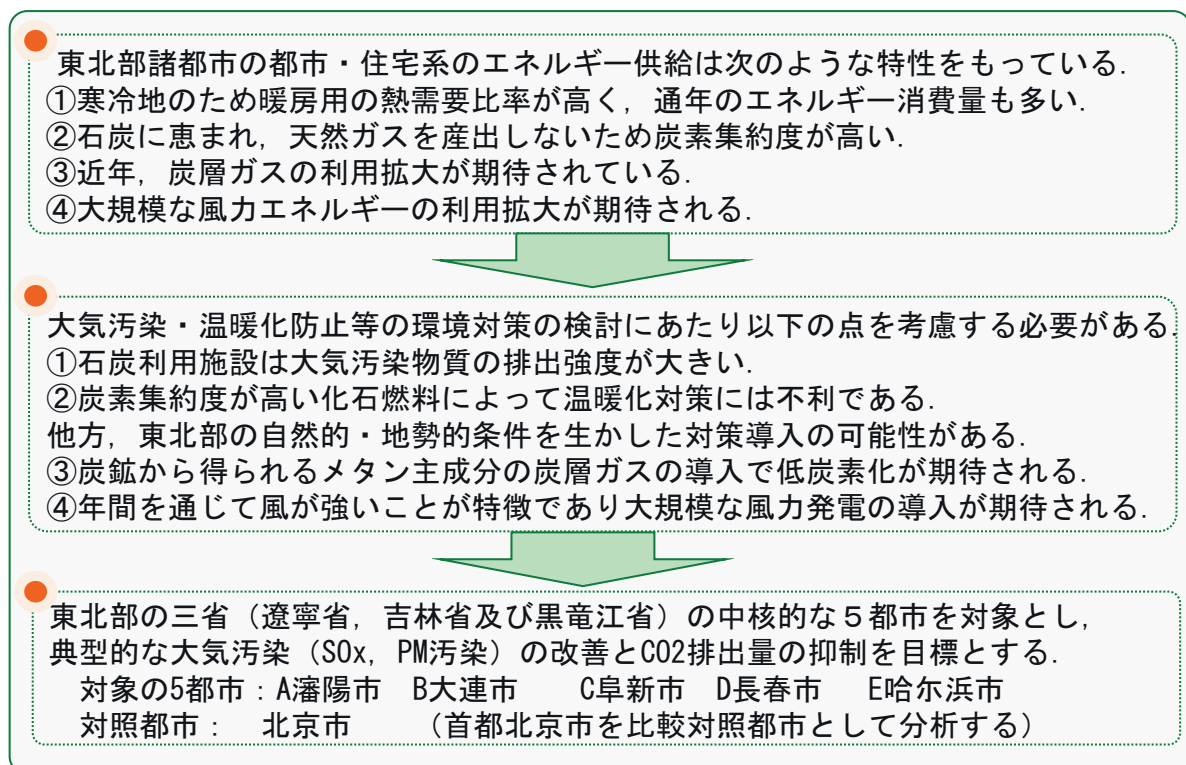


図 2-2-1 本研究のスコープ設定について

2.3 エネルギー・環境対策のシナリオ設定及び研究手法

2.3.1 第3章から第5章における対策検討のシナリオ

都市・住宅系を対象として、大気環境対策と温暖化対策すなわち CO₂削減対策を検討する場合、対策は A エネルギー関連の対策と、B 環境保全対策に大別できる。

エネルギー関連対策としては、1) 省エネの推進、2) 化石燃料の低炭素化の促進（炭層ガスなど）、3) 再生可能エネルギーの導入促進（風力の導入などによる脱炭素化、脱化石燃料）、そして4) 原子力導入促進がある。また、省エネ対策は、ア) エネルギー供給施設の高効率化と、イ) エネルギー消費機器の高効率化に区分できる。

熱効率の高いヒートポンプやコージェネレーションの利用拡大は、ア、イのいずれにも区分することができ、また表 2.2 の対策検討レベルの中では都市・地区レベルに含めて考えることも可能であるが、中国の現状においては、末端の住宅家庭部門（集合住宅でも）で、地域暖房の普及が先行していることもあって、ヒートポンプを採用する状況にない。コージェネレーションシステムは第1章でみたように中国の現在のエネルギー政策上の重要なポイントになっており、都市部へのエネルギー供給施設の高効率化の中で考慮する必要がある。

以上の分類を前提に、対策の実施主体及びエネルギー利用の流れに沿って、対策検討のシナリオを整理すると図 2-3-1 のようになる。

本研究では第3章、第4章、第5章の各章において以下のように検討を進める。

まず、第3章では、都市インフラ対策の実際の効果を分析するために、これまで行政機関が実施してきた対策をきちんと把握し、それに基づいて、大気汚染物質（SO_x、NO_x、

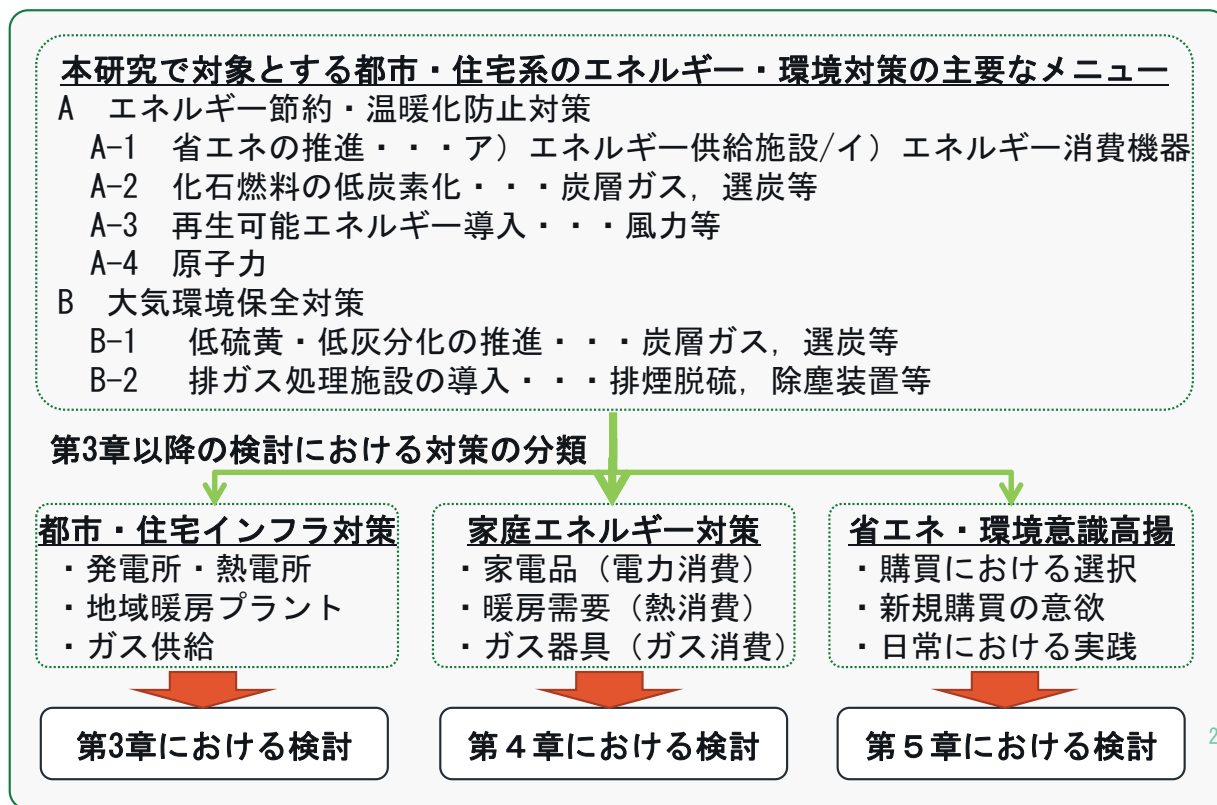


図 2-3-1 エネルギー・環境対策のシナリオ

SPM) 及び CO₂ 排出量の削減効果を正確に算定する。排出量の削減効果が大気汚染の測定結果の傾向と合致しているかどうかを考察する。

次に、第 4 章では、家庭におけるエネルギー消費の実態を把握する。中国では日本のように家庭でのエネルギー消費の実態に関する調査結果はごく少ない。このため本研究では、6 都市で協力が得られた市民の家庭にエネルギー消費に関するアンケート調査を実施することとした。アンケート調査は 2009 年に阜新市で最初に実施し、その後 2011 年、2012 年～2013 年にかけて 6 都市で計 3 回の調査を実施した。これに加えて、協力が得られた家庭に電力測定器(ワットチェッカー及び省エネナビ)を設置して、2012 年 10 月から 2013 年 1 月にかけて、電力消費の実測調査を長期間にわたって実施した。

こうしたアンケート調査と実測調査の結果から、中国の標準的な家庭のエネルギー消費の構造を明らかにすることができた。家庭のエネルギー消費の実態調査の方法と結果は第 4 章で詳しく述べる。

第 5 章では、エネルギー消費実態に関するアンケート調査及びワットチェッカー等による実測調査と並行して実施した、市民の環境意識及び省エネ意識に関するアンケート調査の結果に基づき、環境意識の高さと環境行動の特性について分析し考察した。

以上のいずれの検討についても、日本における類似の施設との比較、類似の調査の結果との比較を行うことにより、中国の省エネと環境対策を向上させ得る可能性を判断する際の拠り所にした。

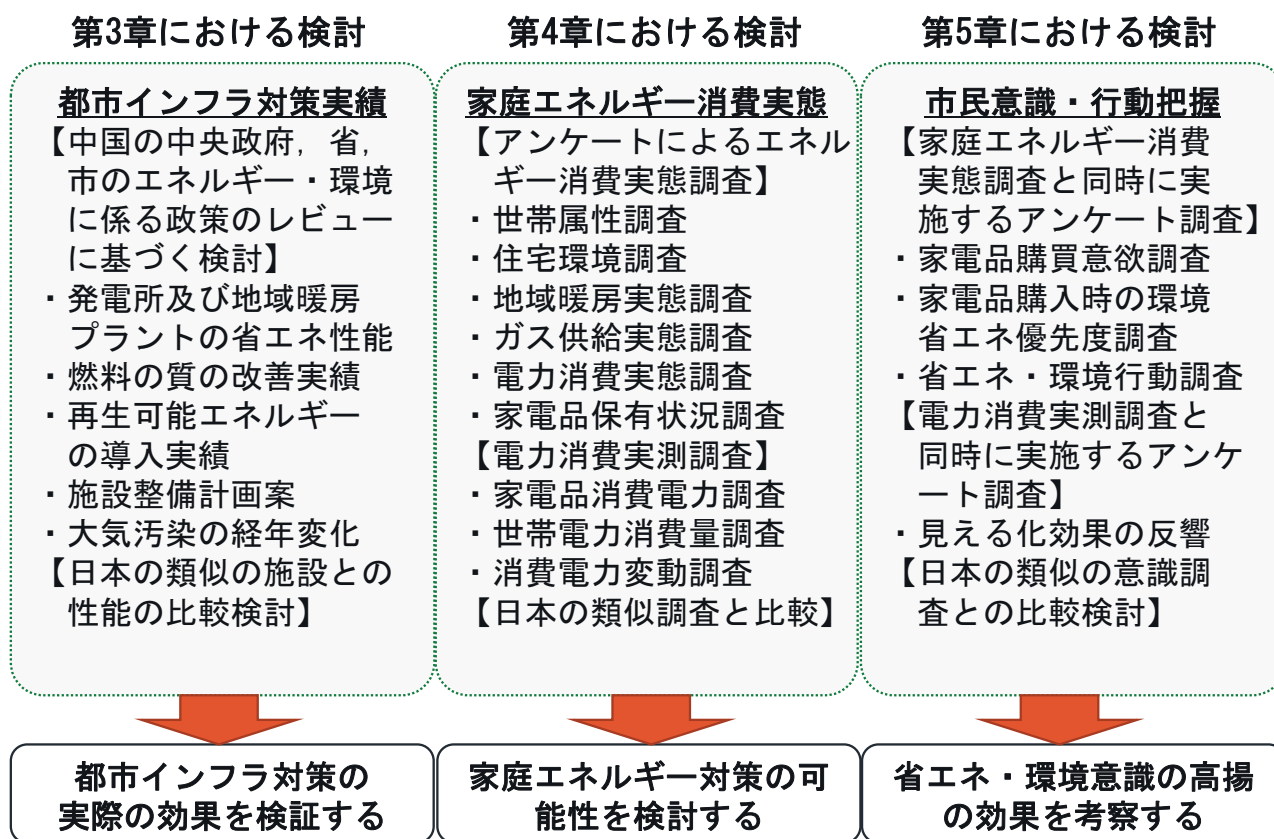


図 2-3-2 具体的な研究方法について

2.3.2 第6章における環境共生型都市ビジョンの設定と検討シナリオ

第6章では、第1章から第5章までにおける中国東北部の諸都市が抱えるエネルギー・環境問題の洗い出し、住宅・家庭におけるエネルギー消費実態把握、そして家庭での電力消費の実測調査の結果を踏まえ、環境共生型都市の形成に向けた政策的な検討を行うこととしている。

本研究が目指す環境共生型都市のビジョンとは、『都市インフラと住宅・家庭でのエネルギー消費が合理的に節約され、エネルギー消費と密接に関わる環境問題の軽減が将来にわたって適切に管理されている都市』を指す。また、環境共生型都市の形成の時間スケールとしては、2010年（現時点）から国際機関及び中国と日本国内での中長期的な展望が行われている2020年～2035/2050年頃までを想定し、検討を進めることとした。

表 2-3-1 環境共生型都市のビジョン検討のためのフレーム設定及び検討項目

項目	環境共生型都市の構成要素	政策検討の時間スケール 2010～2035/2050
都市フレームの設定	◎都市フレームの主要な要素	行政計画・トレンドに基づく設定
	人口/世帯フレーム	都市別の人口増加率
	産業構造フレーム	都市別の産業構造変化傾向
	交通・運輸フレーム	都市別の交通システム変化傾向
	その他のフレーム	計画・見通し上の特記事項（経済、生活、開発）
都市・住宅系エネルギー需給展望	◎エネルギー需給展望	行政計画・規制・トレンドに基づく展望
	都市インフラエネルギー消費	行政計画・調査に基づく推計（第1, 3章関連）
	住宅・建物エネルギー消費	調査・実測に基づく推計（第1, 3, 4章関連）
	家庭用エネルギー消費	調査・実測に基づく推計（第1, 4, 5章関連）
環境共生型都市（都市・住宅系）の形成シナリオ	◎都市・住宅系対策シナリオ	行政計画・規制・調査に基づくシナリオ検討
	省エネ対策	政府規制, 先進的技術導入, 建物新陳代謝等
	低炭素化対策	政府規制, 効率向上, エネルギー供給変化等
	大気汚染対策	政府規制, 地域特性, エネルギー供給変化等
	その他環境対策	都市緑化, 水質環境, 産業廃棄物対策等
	市民意識の高揚	情報提供サービス, 専門機関設立, 普及啓発等

こうした検討を進めるに際して、考慮すべき都市フレーム、都市・住宅系エネルギー需給展望、そして環境共生型都市（都市・住宅系）形成シナリオの概略を表 2-3-1 に示した。

第 2 章の総括と考察

(1) 現在、各国で進められているエネルギー・環境政策論の対象となる課題は二つに区分される。ひとつは温暖化対策であり、これに関しては、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 及び京都議定書に基づく国際枠組のなかでの議論が大きな流れを形成している。ここでは、GHG 削減責務の公平な分配、技術的な削減可能性の評価と導入促進、南北世界の協力枠組の構築のための方策などがその中心的議論になってきた。もう一つのエネルギー・環境政策の課題は大気汚染対策であり、第 1 章で見たように中国においては温暖化問題以上に緊急性が高い問題となっているが、日本では 1970 年代以降の 40 年間に実施されてきた、産業公害対策及び都市生活型公害対策によってオキシダント汚染や SPM による大気汚染など一部を除いて多くの問題は解決している。

(2) 中国においては温暖化対策と大気汚染対策の二つの問題に同時に対処する必要があるが、エネルギー・環境政策論の分類に沿って考えると、本研究が対象としている都市・住宅部門における対策の切り口としては、①地域・都市レベルでの都市エネルギー・インフラに着目した検討、②市民のエネルギー機器やエネルギー消費生活に着目した検討、③市民の環境意識や商品選択、環境保全行動に着目した検討の三つがあると考えられる。また、②の切り口は、1) 企業側の立場に立ち、市民に提供する商品のエネルギー性能（省エネ性など）を高める方策に着目して検討する方法と、2) 市民の立場に立ち、環境負荷の少ない商品の選択・購入について検討する方法の二つに区分することができる。本研究ではこのうち、①、②の 2) 及び③について検討を進めることとした。

(3) また、本研究において設定されるスコープ、シナリオ、研究手法については本章の図 2-2-1、図 2-3-1、図 2-3-2 に示したとおりであり、主にエネルギー・環境政策と市民生活の視点からの検討を進めることとする。

(4) 本研究が最終的に目指す中国東北部における環境共生型都市の形成においても、エネルギー・環境政策と市民生活を中心的に取り扱うこととしている。このため、大気汚染が適切に防止されて健康への著しい影響が回避されること、石炭依存度が高いというハンディを背負いつつも、できる限り低炭素型のエネルギー利用が促進されて CO₂ の排出量が抑制されること、また、市民の省エネ意識が高まりそれが日常生活において実践行動として維持される地域社会となること、さらには、高齢化進行に向けて配慮されたエネルギー利用が実現されることなどを重要な要素として、環境共生型都市のビジョン検討を進めることとする。

参考文献

1. 本郷滋, 「日本版マスキー法は成功したか ドキュメント 0.25」, (財)日本環境協会 1978
2. 公害健康被害補償予防協会, 「日本の大気汚染経験」, 1997
3. IEA, KEY WORLDENERGY STATISTICS 2013
4. 吉田徳久, 「地球温暖化対策シナリオをどう立て直せばよいのか」, 環境経済・政策研究 Vo.4, No.2, 2011
5. 環境省, (2013) 「2011 年度 (平成 23 年度) の温室効果ガス排出量 (確定値) について」
6. 21 世紀政策研究所, (2008) 「ポスト京都議定書の枠組としてのセクター別アプローチ—日本版セクター別アプローチの提案—」
7. 日本政府地球温暖化対策推進本部, (2013) 「京都議定書目標達成計画の進捗状況」
8. エネルギーと環境, 1998 年 4 月-2013 年 9 月発行分, エネルギージャーナル社
9. 倉阪秀史, (2008) 「環境政策論」 (第 2 版), 217-227 pp, 信山社

第3章

都市エネルギー・インフラ改善と住宅性能向上
による省エネ・環境改善の可能性

第3章 都市のエネルギー・インフラ改善と住宅性能の向上による 省エネ・環境改善の可能性に関する分析

〔第3章の全体構成について〕

現在、中国の都市市民の居住環境の近代化の基本施策は、従来の一戸建て住宅を集合化することに置かれている。また、住宅の集合化は設備面においても専有面積に関してもかなりの程度、住環境の質的レベルを均質化することにもつながっている。

住宅の集合化が全国で急速に推進されつつある中で、中国東北部で生じているエネルギー・環境問題に極めて密接に関連する事項として、地域暖房の普及を挙げることができる。中国東北部を含めて北京以北の地域では、気候が寒冷であるために、暖房用の熱供給が電力、ガス及び水の供給と並ぶ重要な都市のインフラストラクチャーになっている。第1章でみたように、熱供給事業の規模は中国が世界最大でしかも他国の導入規模に比べて桁違いに大きい。すなわち、中国東北部の都市住宅においては、地域暖房設備の設置が「基本的なニーズ」として織り込まれている。

こうした中国東北部の住宅の暖房事情に着目し、第3章では、集合住宅化に伴う地域暖房の導入が都市の大気汚染の改善と二酸化炭素（CO₂）排出量の削減に果たした効果を提供的に評価することを試みる。また、その過程で、現行の地域暖房システムが抱える、熱の有効利用を阻害しているいくつかの設備上の課題とその解決策についても検討を行う。

さらには、中国における住宅の断熱性能基準を日本のそれと比較しながら、建築物の断熱性能の向上によって実現できる省エネ効果についても定量的な考察を試みる。

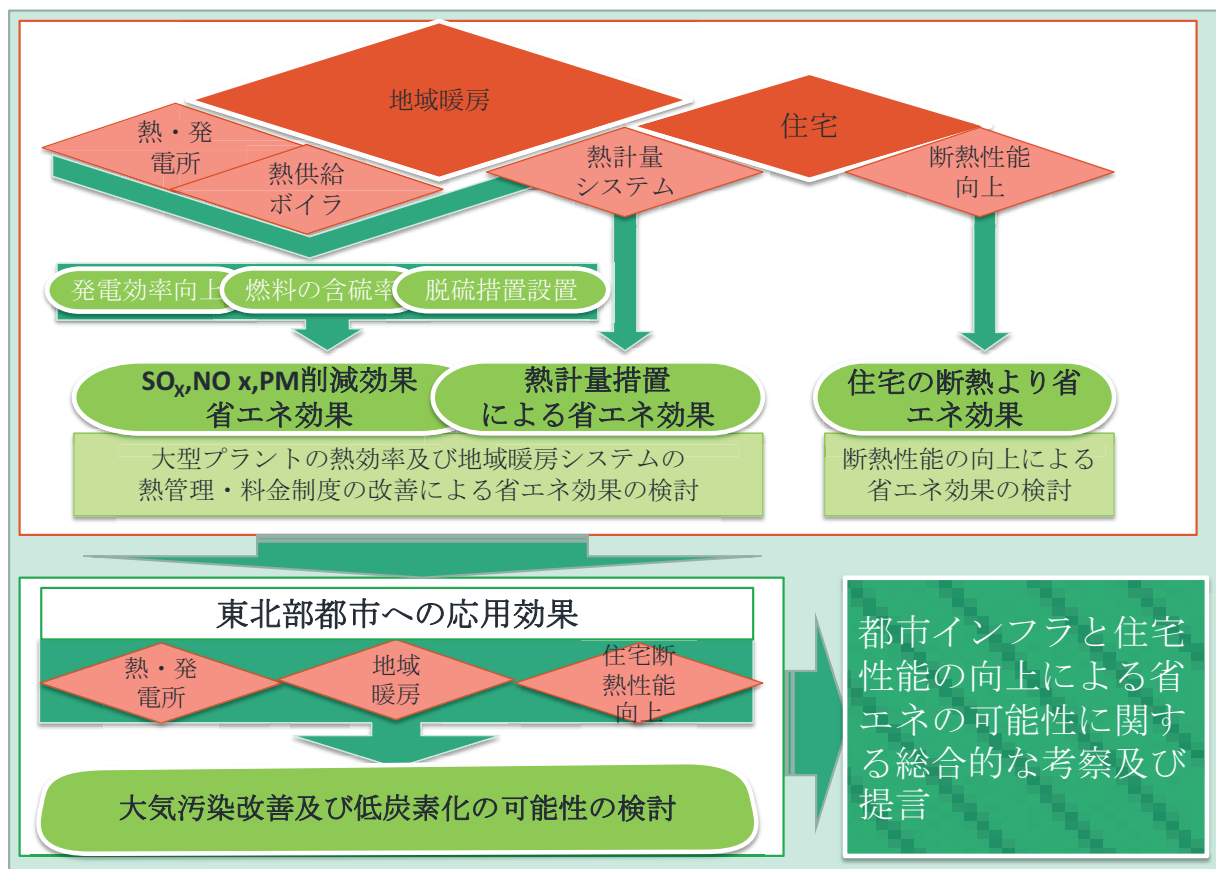
以上の検討を通じ、中国東北部地域の自然的・社会的な特性条件等を踏まえて、都市のエネルギー・インフラ（とりわけ地域暖房の整備）と、集合住宅の断熱性能の向上による、エネルギーの省力化の促進可能性とそれを阻害する要因を明らかにする。なお、本章での調査・分析結果は、第4章及び第5章での検討結果とともに、第6章における環境共生型都市の形成に関する検討の基礎データとして用いることとしている。

本章の構成を具体的に述べると次のようになる。

最初に **3.1 中国東北部の都市エネルギー・インフラ建設および環境改善対策**では、中国東北部で都市エネルギー利用とインフラ建設および及び大気汚染状況、中国東北部への地域暖房システムの位置づけと導入状況・普及政策等を述べる。次いで **3.2 阜新市における地域暖房システム導入等による環境改善効果の評価**では、地域暖房システム及び運用の改善による省エネ率の向上可能性の検討の対象都市の一つである遼寧省の阜新市（ふしんし）をケースとして、大気汚染状況の経年的な変化、地域のエネルギー供給構造の変化や燃料の質的な改善の経過を考慮するとともに、都市のエネルギー・インフラ（発電所、電熱併給の熱電所及び暖房用の熱のみを供給する暖房専用プラント）の電気・熱供給効率を勘案し、それら施設への大気汚染防止装置の導入の進展状況を織り込んで、大気汚染（特に SO_x を検討対象とする）及び CO₂ 排出量軽減効果を定量的に評価する。また、エネルギー・インフラ設備における低炭素化の将来的な進展の可能性についての評価を試みる。**3.3 地域暖房システム改善及び建物断熱性能向上による環境改善効果の検討**では、暖房システムのエネルギー的な性能及びエネルギーの省力化の視点からの設計上の問題点について考察

を行う。その結果、寒冷な東北諸都市では暖房用のエネルギー消費の比率が著しく高いにも関わらず、稼働中の（多くの）地域暖房システムは、熱流量の調整や温度設定の機能が装備されておらず、ユーザー（市民）の環境保全意識が省エネ行動と結びつかないため、エネルギーの省力化の可能性を阻害していることについて論じる。なお、改善策の検討に当たっては日本の札幌市等に導入されている地域暖房プラントの性能との比較検討を行う。さらに、日中の建築物特に住宅の断熱性能の向上がもたらすエネルギーの省力化の可能性を、理論的な推定に基づいて算定し、中国東北部の都市における住宅部門における省エネ効果を試算する。試算にあたっては、日中間の建築の断熱性能基準について比較検討を行うほか、市民の省エネ住宅の投入促進傾向や住宅用エネルギー消費の性向に関しても可能な限り分析を行う。

以上に述べた本章の構成をフロー図で示すと以下のようになる。



第3章 フローチャート

東北部の都市エネルギー・インフラ改善によるエネルギー環境改善効果の検討の流れ

3.1 中国東北部の都市エネルギー・インフラ建設及び環境改善対策

第1章で述べたように、中国では産業用のエネルギー消費の比率は依然として高いものの、経済発展に伴って市民の生活にも豊かさが増し、民生用のエネルギー消費が急増している。これに伴って、最終エネルギー消費に占める電力の比率（電力率）も増加しているが、電力に限らず家庭では暖房の熱需要と厨房等におけるガスの需要も増加している。

一次エネルギーの約8割を石炭に依存している中国の中でも、東北部を含む北京以北の

寒冷地の諸都市にとっては、とりわけ暖房用の熱需要が大きいため、大気汚染対策と CO₂ 排出量抑制が緊急の環境課題となっている。2000 年以降、中国では大気汚染規制が改正強化され、大規模な施設に対しては、脱硫装置や電気集塵装置などの排煙処理装置の導入が義務付けられてきた。

また、住宅の高層化が進む中で、大気汚染の緩和と暖房設備の近代化をめざし、寒冷地の諸都市では、地域暖房システムの導入が積極的に進められてきた。地域暖房システムは都市環境を改善・整備するための重要なインフラであるが、地域暖房システムには発電所から電力とともに熱を供給する方式と、専用ボイラーによる熱供給方式があるが、いずれにしても、地域暖房システムの導入が無条件に地域の大气汚染改善と二酸化炭素 (CO₂) 排出量削減をもたらすことにはならない。燃料の選択、システムの総合効率、公害対策技術等が適切にデザインされて始めてその効果が発揮されと考えられる。そのため、より具体化するためには地域暖房の導入による大気汚染の改善効果をできるだけ定量的に把握することが重要となる。

3.1.1 中国及び東北地方のエネルギー供給

中国は石炭への依存率が世界で最も高い国で、2010 年における一次エネルギー供給 (約 21 億 kl-石油換算) の 4 分の 3 (約 15 億 kl-石油換算) が石炭、また、電源構成の 80% が石炭である (図 3-1-1)。これまでに水力発電も徐々に増加しているが、新設された火力の大部分は石炭火力発電所である (図 3-1-2)。これからも火力発電への依存が続ける。このため中国は、経済発展、民生 (豊かさ) の向上、エネルギーの安定供給を図りつつ、大気汚染と GHG の削減を進めるという難しい課題に直面している。

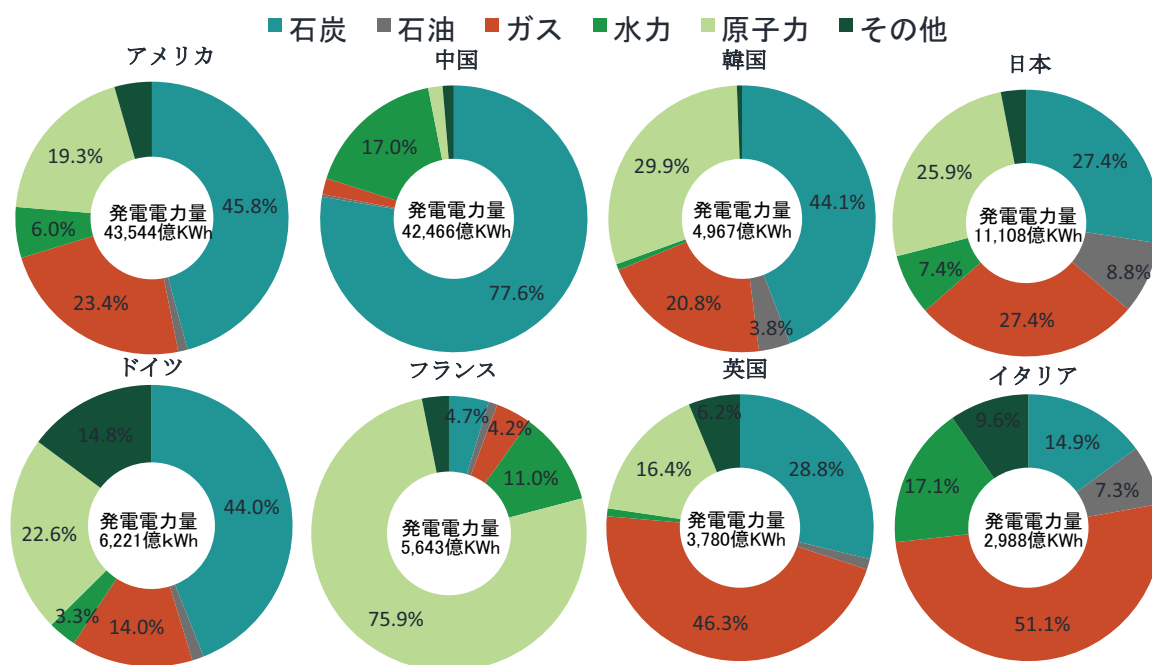


図 3-1-1 主要国の発電電力量と発電電力量に占める各電源の割合 (2010 年)

出典 : IEA, Energy Balances 2012 をもとに作成¹

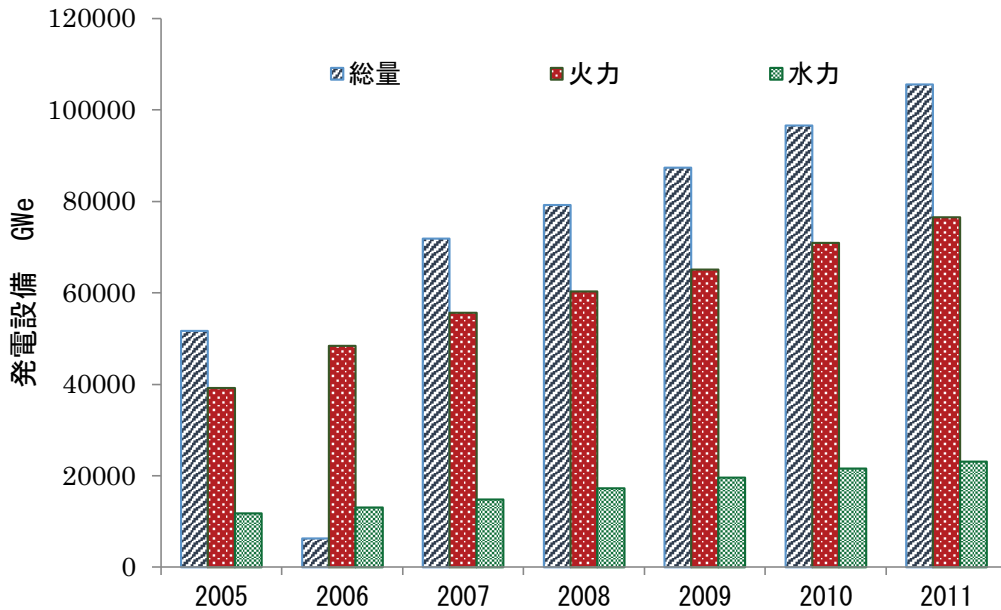


図 3-1-2 中国の 2005～2011 年までに建設された発電設備(Gwe)
出典：World Coal Report 2013²

第 1 章でみたように中長期的には石炭への依存を減らし、天然ガスの導入拡大、再生可能エネルギーの飛躍的な導入によって低炭素化を進めながら、あらゆる部門で省エネを図る必要がある。

東北地方におけるエネルギー供給も同様に 80%を石炭に依存していますが、東北地方のエネルギー消費のかなりの部分が、冬季の暖房用に使用されているために、私の研究テーマである住宅用エネルギー消費とのつながりがより強くなっている。

図 3-1-3 に示したのは、アメリカハーバード大学大学院 2009 年 12 月に実施した環境経済プログラム「グリーン中国 - 家庭における二酸化炭素と都市発展」というテーマにした報告書の中による研究結果で、中国の 74 都市における¹中国の 74 都市における家庭の生活・交通（自家用車等の個人利用）暖房エネルギー利用で発生した二酸化炭素排出量である。二酸化炭素排出量の多い北部は寒冷な気温と暖房政策を反映した。気温と二酸化炭素排出量は強い相関関係が持っていることがわかる。³

この図からわかるように、本研究で対象としている東北部の諸都市での排出量が概ね高いのですが、北京では気温が穏やかなわりに CO₂ 排出量が多く、長春は大連よりも寒さが厳しいのに CO₂ 排出量が少ないことがわかる。このことから、気候以外に、経済的な豊かさが CO₂ の排出強度に影響していると思われる。顕在な区域経済政策は中国の二酸化炭素排出に影響している。都市インフラの建設とエネルギー使用への投資が原因だと考えられる。本研究では（第 3 章と第 5 章を通じて）東北部の諸都市を比較しながら、エネルギー消費と CO₂ 排出量について分析していくこととしている。

また、この報告では、家庭及び自家用車の二酸化炭素排出は総排出量に占める割合中国 20%未満で、アメリカ 40%と比べるとかなりの差が存在していることが示している。今後、これらの分野の CO₂ 排出量削減はますます重要になってくることは視察されている。

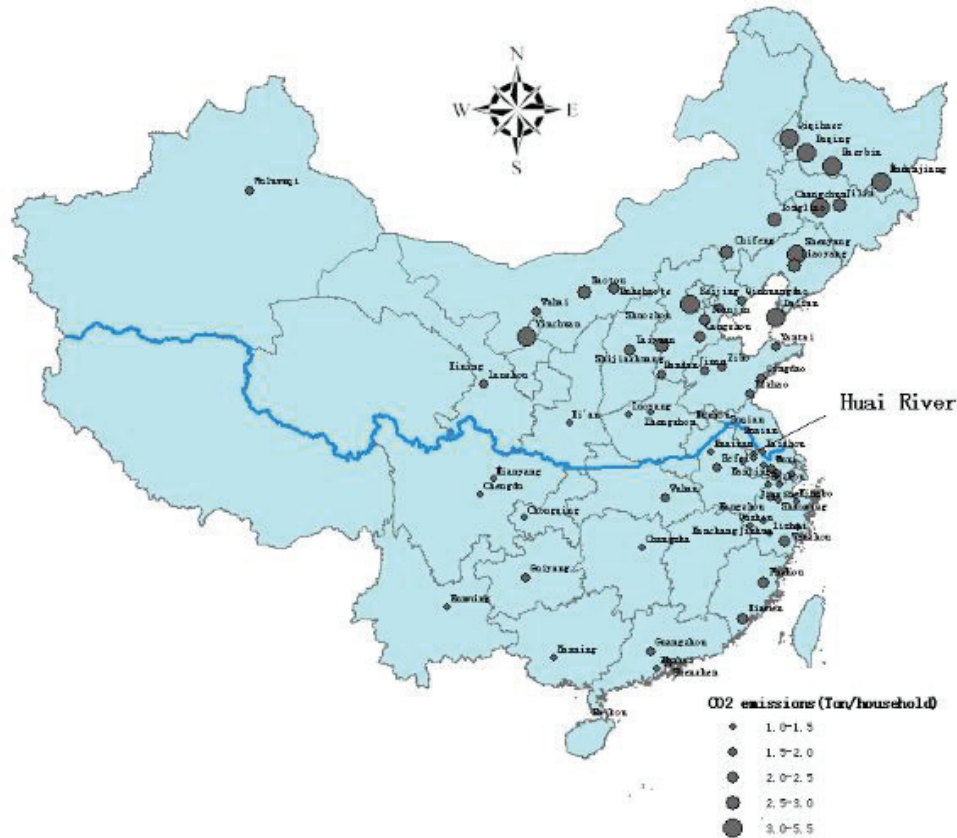


図 3-1-3 中国の 74 都市における世帯あたりの二酸化炭素排出量
 出所：Siqi Zheng, Rui Wang, The Greenness of China: Household Carbon Dioxide Emissions and Urban Development, National Bureau of Economic Research³

3.1.2 地域暖房の導入政策（政策的な位置付けおよびシステムの改善と普及の重要性）

中国政府が黄河以北の寒冷地域（「北部地域」という）で進めてきた住宅政策でもあり大気汚染対策でもある施設整備に地域暖房システムの普及がある。集合住宅の建設と一体的に地域暖房を普及することによって、熱供給プラントでの集中的な大気汚染対策が可能になるためである。

中国全土では、これまでに図 3-1-4 に示したとおり地域暖房の普及が拡大している。清華大学の 2010 年度の中国の民生部門の省エネ進展報告によれば、2008 年の中国北部の都市部の住宅延床面積は 96 億 m²（1996 年は 30 億 m²）である。このうち 70%以上の住宅に地域暖房が導入されている。中国において暖房を必要とする北部地域²の暖房用エネルギー消費量は 2008 年に 1.63 億 tce で、1996 年の 0.72 億 tce の 2 倍に達している。

全暖房用のエネルギー消費量の 90%は地域暖房システムにおける消費となっている(図 3-1-4)。地域暖房の熱源は電熱併給の発電所からの熱供給と熱供給専用ボイラーからの熱供給である⁴。都市別暖房の供給面積、熱供給方式及び住宅への供給率は図 3-1-5 と図 3-1-6 に示している。北京市では大規模に天然ガスを使用しているが、他の都市では主に石炭が使用されている。

ちなみに、北部地域では地域暖房が主流であるが、揚子江流域以南では分散方式（個別暖房）のみが使われる。

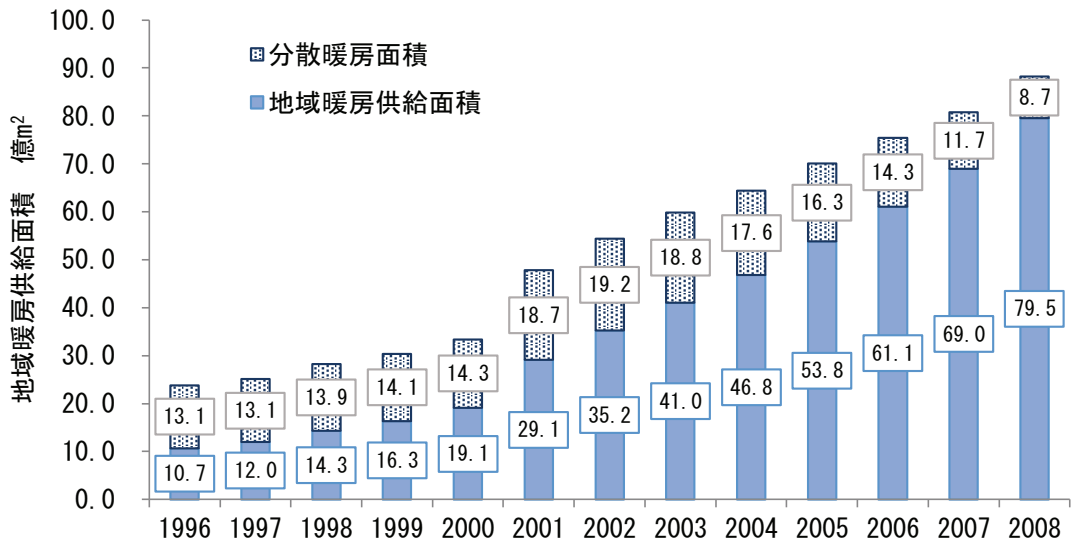


図 3-1-4 中国北部の都市部建築面積
出所：中国建築省エネルギー発展報告⁴

地域暖房の導入による環境保全上のメリットとして地域熱供給システムによる熱供給を集中的に行うことができるために、プラントに高い煙突を設置し、硫黄酸化物を排煙脱硫装置で、またばいじんを徐塵装置³で除去することができる。推測によると、地域熱供給住宅においては熱供給システムで燃料石炭 1 トンを使用する際のばいじん発生量は個別暖房住宅の 1/3～1/2、また、浮遊状粒子物質の発生量は個別暖房住宅の 1/5～1/4 である。電熱併用方式の地域暖房熱供給は、分散的な個別燃焼方式を集中的な熱供給方式を替えることによって、燃料の燃焼効率が高められ、大型ボイラーの切り替えにより熱効率更に

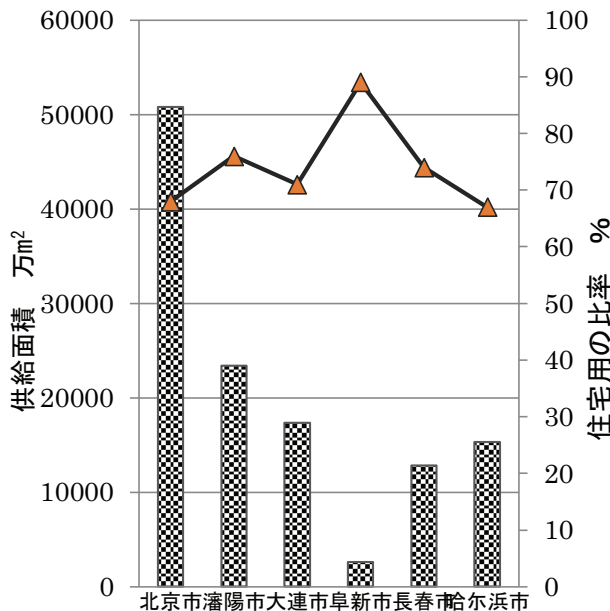


図 3-1-5 2011 年都市別暖房の供給面積
及び住宅への供給比率

出所：中国都市建築年鑑に基づき作成

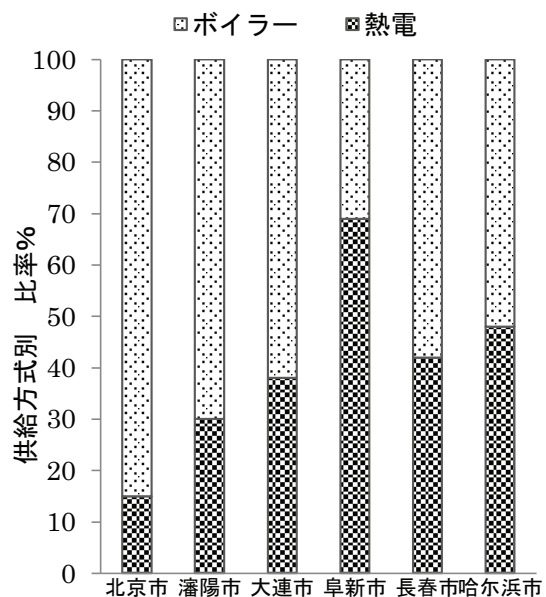


図 3-1-6 2011 年都市別暖房の熱供給方式
及び住宅への供給比率

出所：中国都市建築年鑑に基づき作成

60%から 80%に向上され、二酸化硫黄の排出は 75%、ばいじん濃度も 50mg/L 以下に抑えることができるといわれている。

また、地域暖房システムの導入、集中的に暖房システムを整備することによって、産炭地では地区内に分散している貯炭場、灰置き場を集中管理できたために、ばいじんの飛散による二次的大気汚染や、汚水排出の防止ができた。

以上のことを踏まえて、地域暖房普及及びシステム効率性向上の重要性は確かめられた。中国の東北の厳寒地域では冬季の室内と室外の温度差は最大 50℃に達する。そのために、冬季には地域集中暖房が不可欠、地域暖房供給は住宅用の基本設備暖房期間は寒冷期に応じて設定されている。哈尔滨市は最長で、10月～4月の半年間（182日）で、北京市が最短で、11月中旬～3月中旬までの4か月間の中で熱供給は行われている(図 3-1-6)。

地域暖房料金システム暖房期間、熱供給総量が異なるため、都市によって料金が異なる住宅の延床面積当たりで、かつ、1シーズンごとの単価を設定している。料金設定と徴収が容易で暖房は寒冷地住民の基本的ニーズであり、公平な料金システムを設定住宅用は非住宅用よりも安価に設定されている（表 3-1-1）。

阜新市など中国東北部においては民生用エネルギー消費に占める暖房用の熱需要が大きい。また、近年は民生用の電力消費量も急増している。

阜新市では暖房用の熱需要と電気需要の急増に応えつつ、エネルギー効率を高め、しかも居住環境の向上を同時に図るために、1981年から導入された地域暖房は1994年以来急速に普及拡大が進められた。地域暖房システムの普及は、省エネ促進とともに大気汚染改善の有力な手段の一つでもある。

しかし、面的な普及を優先させてきたため、既報のようにエンドユーザーが温度調節できない設計である上、床面積に応じた固定料金制をとっているため、市民の省エネ努力を阻害している。

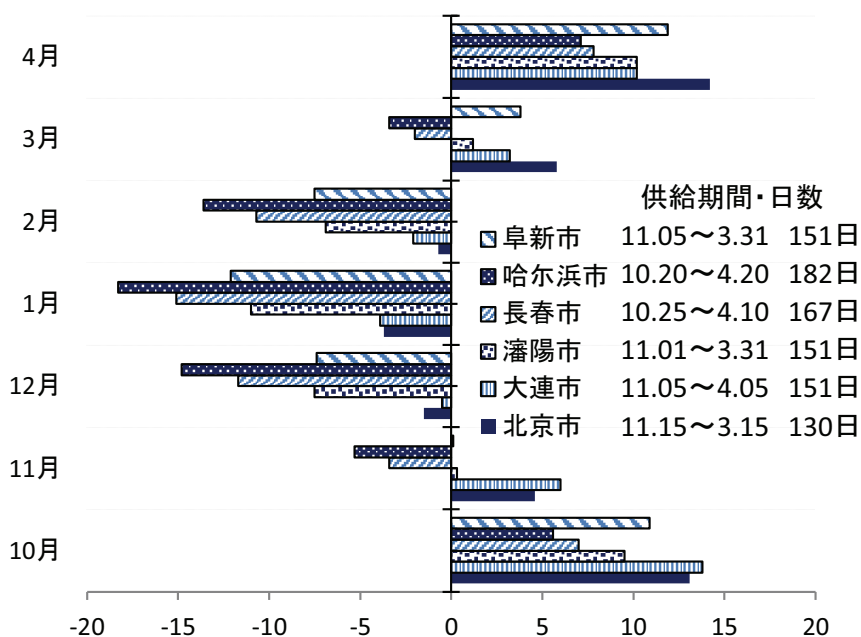


図 3-1-6 地域暖房料金システム暖房期間

一般に中国の東北地域では発熱併給方式の地域暖房システム方式が用いられている。この方式の地域暖房システムは、発電・加熱の合計熱効率として70～85%を得ることができる。

表 3-1-1 2011 年都市別暖房の供給面積及び住宅への供給比率

都市名	地域暖房の熱供給料金 (元/平米当たり・熱供給期間) *供給源による差額の考慮なし
北京市	住宅 24 元, 非住宅用 33 元
瀋陽市	住宅用 25.3-28 元, 非住宅用 32 元
大連市	住宅用 23 元, 非住宅用 25 元
阜新市	住宅用 26 元, 非住宅用 32 元
長春市	住宅用 29 元, 非住宅用 33 元
哈尔滨市	住宅用 40.35 元, 非住宅用 44.49 元

3.2 阜新市における地域暖房システム導入等による環境改善効果の評価

本節では、情報の利用可能性考慮して中国遼寧省阜新市を対象として、1996年～2007年における阜新市の統計データと、関係機関からのヒアリング等に基づき、民生用エネルギー需要の増大と、エネルギー供給構造の変化、そして大気汚染状況の推移について調査・整理するとともに、地域暖房システムの導入による大気汚染の改善、エネルギー省力化及びCO₂排出量の削減の効果について定量的な分析を行う。

3.2.1 大気汚染の現状とエネルギー消費構造の動向

1. 阜新市の環境の状況

かつて国内有数の大産炭地であった阜新市（表 3-2-1）では、石炭産業が集中立地し、その操業によって大気汚染を始め、水質汚濁、地盤沈下等の深刻な環境問題が発生した。

1990年代から石炭産業が衰退し、産業構造の転換と環境回復が深刻な課題となってきた。これまでの石炭への過度の依存から脱し、環境汚染を改善し、生態を回復して、バランス

表 3-2-1 阜新市の概況

位置	中国東北部遼寧省の北西部に位置する市
面積	10,355km ²
人口	193万人(都心部約78万人 周辺部約114.8万人)
世帯数	64.3万
行政区域	海州区、細河区、太平区、新邱区、清河門区の5区、 阜新モンゴル族自治県と彰武県2県
GDP	GDP14,880元/人（都心部78万人:27,732元/人）
気候	北温帯の大陸性気候、光照充足・風多雨少
年平均気温	6.5℃～7.5℃
最も寒い月	-15.9℃
最も暑い月	29.5℃
平均降水量	420mm～540mm/年
平均湿度	61%

のとれた産業構造を創出する計画が進められてきた。市内の発電用の燃料の8割が石炭を使用しているため、煤塵(PM)、硫黄酸化物(SO_x)、窒素酸化物(NO_x)などによる大気汚染の改善を図り、エネルギー利用効率の向上を通じてCO₂の排出量の削減を図ることが重要な課題とされてきた。そのほかにも炭鉱都市特有な問題が数多く存在しており、中でも市内に散在するボタ山の処理は大きな課題となっている。石炭の鉱山区ではボタ山が大小あわせて240余りも点在し、ボタ山の占有面積は2,885haに及び、体積では12億m³を超えている。⁶

また、阜新市は内モンゴルに接し、春季の強い風と乾燥によってボタからの粉じんの発

生が著しく、2000年のTSP濃度の年間平均値は0.32mg/m³に達し、大気環境基準を大幅に超えた。SO₂の濃度とCOの濃度は暖房の使用が著しい冬季に最も高く、それぞれ0.095mg/m³、1.5mg/m³となっている⁷。これは2000年までに火力発電所への除塵装置と脱硫装置の設置規制がなく、市内の多くの住宅は石炭を燃料とした個別の暖房を利用していたためである。阜新市の大気汚染レベルを日本のそれと比較してみると、特にSO₂汚染が高濃度である。なお、阜新市大気汚染物質濃度の季節分布及び用途別地区の汚染物質濃度については表3-2-2に示している。

表 3-2-2 1996-2000年阜新市大気汚染物質濃度の季節分布及び用途別地区の汚染物質濃度 mg/m³

汚染物	冬季	春季	夏季	秋季
TSP	0.33	0.41	0.23	0.34
SO ₂	0.12	0.03	0.01	0.03
CO	1.7	0.9	1.1	1.3
NO _x	0.03	0.03	0.02	0.03
汚染物	工業区	住民区	交通区	清潔区
TSP	0.3	0.33	0.4	0.29
SO ₂	0.03	0.04	0.08	0.03
NO _x	0.03	0.03	0.04	0.03
CO	1.2	1.3	1.6	0.9

出所：李広偉・馬雲東、「阜新市大気汚染分布規律研究」⁷，阜新市環境観測所

2. 阜新市エネルギー消費構造と動向

阜新市の一次エネルギー供給の大部分は石炭で、その消費量は急増している(図 3-2-1)。このうち工業用エネルギーの占める割合が大きい。家庭用エネルギー消費も急増している。特に2006年以降は電力消費量が急増しているが(図 3-2-2)、発電用燃料のボタ処理を兼ねているため低質の石炭が使用される発電所もある。

阜新市ではすでに石炭が枯渇しつつあり、今後の電力需要の増加を見込んで阜新市も地球温暖化、二酸化炭素の排出を削減するために、新たなエネルギー源の確保が求められている。また、内モンゴルから石炭を調達すると見込まれるが、同時に、地域の立地条件の優位性を考慮した上で、大規模の風力発電事業をはじめ、大規模な再生エネルギーの開発し、エネルギー源の多様化が進められている。

阜新市内における今後のエネルギー資源の開発可能性としては、ボタの炭素分を有効に利用すること、炭層ガス(炭田から発生するメタンを主成分とするガス)の利用、バイオ燃料の利用拡大、強風地域であることを生かした大規模な風力発電の開発、液化石油ガス(LPG)の利用拡大などがある。このうち、近年、世界的にも注目され、利用が拡大している炭層ガスの阜新市における埋蔵量は116億m³(うち可採量34.8億m³)⁹と大きく、その利用量は年々増加して、2009年には7,000万m³(採出量1.63億m³に利用率43%)となった。また、家庭用ガス・自動車の燃料、化学原料及び工業燃料、発電の燃料等に使

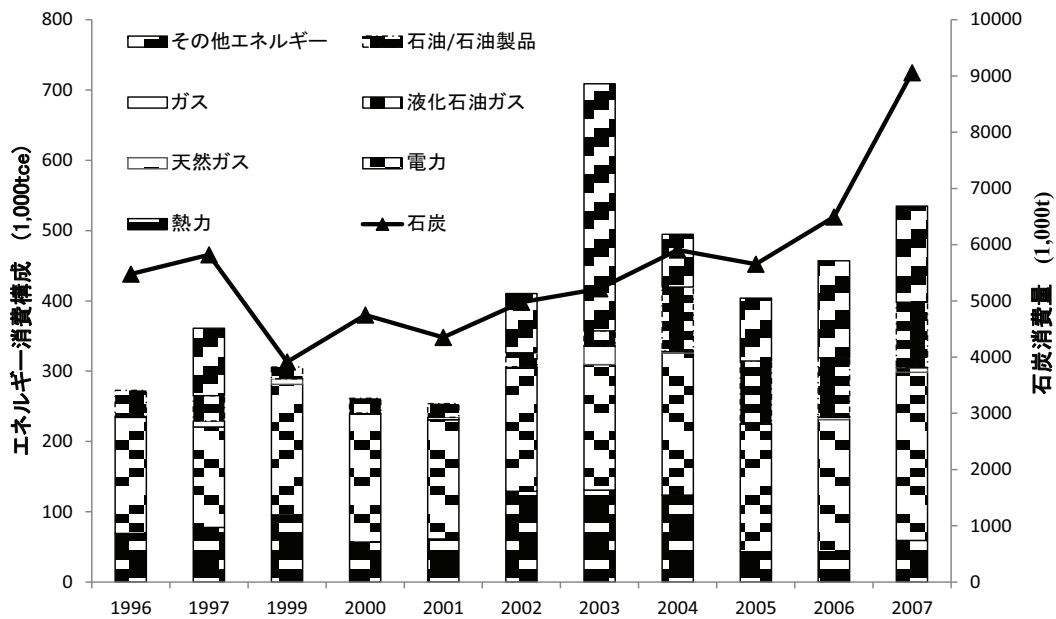


図 3-2-1 阜新市エネルギー消費構造

出所：阜新市統計年鑑

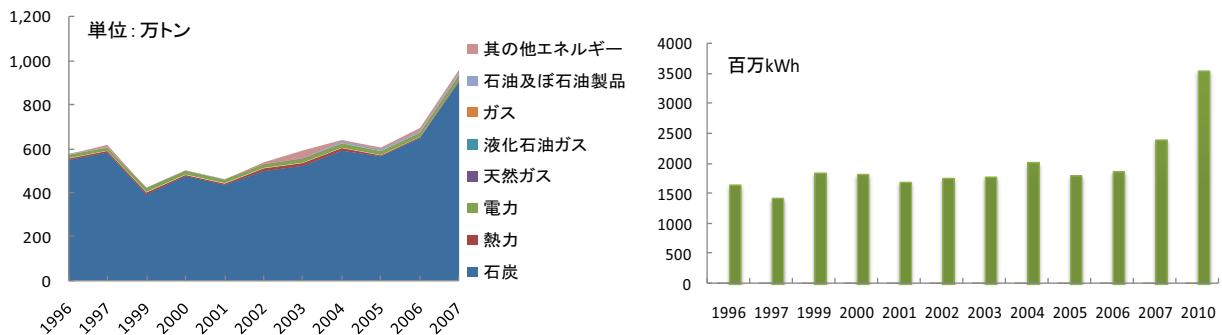


図 3-2-2 阜新市エネルギー供給量及び電力消費増加

出所：阜新市統計年鑑⁸

われている。

阜新市 2010 年の炭層ガス発電所の設備容量は 2.96 万 kW、年間の発電量は 1.76 億 kWh となった。炭層ガス開発利用 12 次 5 カ年計画（2011 年 12 月）によれば、中国の炭層ガス利用世帯は 189 万世帯を超え、炭層ガス燃料の自動車台数は 6000 台となった。ガス発電設備容量は 75 万 kW を超え、60 あまりの炭層ガス回収利用 CDM プロジェクトを実施した。11 次 5 カ年計画期間に、炭層ガスの利用は累計で 95 億 m³、これは標炭 1,150 万トンの節約、二酸化炭素排出量 14,250 万トンの削減に相当する。また、2015 年に、炭層ガス利用量を 140 億 m³、開発の利用率 60%以上とする。炭層ガス発電所設備容量を 285 万 kW とし、利用世帯数を 320 万世帯とする。一次エネルギーの約 9 割は石炭と石油が占める中国では、天然ガスの利用率は 2%、世界平均レベルの 23%との差が大きい。炭層ガス開発利用の推進に力を入れることは、エネルギー構造の最適化とエネルギー利用効率の向上に有利である。さらに、国内エネルギー供給の効果的な増加につながり、発展の見通しは大きいといえる。現在のところ阜新市の炭層ガス発電は火力全体に占める比率はまだ 1%程度にすぎない、炭層ガス発電定格発電量ははまで低い、全国初めての商業炭層利用都市として今後全国的な流れに乗って利用拡大していくことが予測できる。

大規模な風力発電事業も進められており、2010年4月の定格発電量は72.5万kWで、2010年の年間発電量は12億8,238万kWhに達している。これは市内に立地する発電所の総発電量の13%に相当する。2012年に阜新市の風力発電定格発電量180万kWに急増し、遼寧省全体風力発電定格出力の40%を占めている。2012年の年間発電量は23億64万kWhに達している。これは市内に立地する発電所の総発電量の20%に増加している。2001年風力発電の建設構想から2012年までにかけて阜新市は風力測定タワー123カ所、分布密度は全国最大であり、風力エネルギー測定評価の基盤となっている。今後の風力発電建設として市政府はすでに阜新市1,000万kW風力発電発展計画「風力発電発展計画2011年-2020」を立てている。2010～2015年までの12次5カ年間に年間100万kW、2015-2020年までの12次5カ年間に325kW、2020年までに1,000万kWへの拡大目標が設定させた現在の年間稼働率は約20%であるが、これは風力発電所の平均的な稼働条件であるので、これを前提として、2020年の風力発電規模の発電量を推定すると約200億kWh程度となる。

風力のみならず、阜新市は太陽エネルギーが豊かな地域でもある。阜新地域内の年間平均日射率62%、平均日射2,760時間、日射量（放射線総量）5,080MJ/m²、全国の平均値より高く、太陽光発電産業の推進に適している。市政府は阜新市の二つの県で採取した太陽光日射測定データに基づき、太陽光の利用可能性への評価を行い、12次5カ年間に100万kW（阜新市気象資料及び国道資源状況によれば阜新市の太陽光発電の開発規模は300万kW）阜新市太陽光発電発展計画2011～2015を立てた。

以上の同時に、阜新市はバイオエネルギー・地熱の利用等電源の多様化が大気汚染の改善と低炭素化を促進している。12次5カ年計画期間において、市内2県（モンゴル族自治区と彰武県）でそれぞれ3万kW（30MW）わらバイオ発電所を建設することと、ムクロジ（文冠果 *Xanthoceras Sorbifolia*）の栽培面積は667km²、年間生産量は50万トンになる。これに基づき、20万トンバイオディーゼルプロジェクトに投資・建設を行う。また、地熱資源の開発利用においては、低温地熱発電所を建設しようとしている。これは東北部初の低温太陽光・地熱発電示範所になる。¹⁰

3.2.2 大気環境及びエネルギー対策

1. 大気汚染対策及びエネルギー対策

2000年に策定された第10次5カ年計画においては、環境基準未達成地域の中で、すでに酸性雨が発生しているか発生する可能性のある地区を「酸性雨抑制区域」、二酸化硫黄汚染の嚴重な地域を「硫黄酸化物汚染抑制区域」として区分される。二つのコントロール区域の全面積は109万km²、国道面積の11.4%（うち酸性雨抑制区域8.4%、硫黄酸化物汚染抑制区域3%）。東北3省においては酸性雨抑制区域として指定される地域はないが、遼寧省瀋陽市市区及び大連市市区、阜新市市区を含む13都市、吉林省の10都市は硫黄酸化物汚染抑制区域に指定された。

SO_x 排出量を20%削減する方針が定められた。しかし、現実には大きな効果を上げるどころまで達していない。第10次5カ年計画の目標は達成できず、2005年に策定された第11次5カ年計画では、GDP当たりのエネルギー消費量を20%、SO_x 排出量を10%そ

れぞれ削減する目標が掲げられ、これを拘束性のあるものとした。中央政府の計画を踏まえて、遼寧省は、GDPあたりのエネルギー消費量を20%削減し、またSO_x排出量については全国目標を超えて12%削減するとの目標を設定して対策に取り組んできた。

「硫黄酸化物汚染抑制区域」の対象地域である阜新市政府は特別のチームを編成し、市レベルの目標として2010年までにSO_xを17.4%削減する方針を立てている。これ以降、老朽化した燃焼施設、小型ボイラーを廃止し、燃焼施設を大規模化して、集中的に大気汚染防止装置を導入する施策が進められてきた。

火力発電所は中国の大気汚染の最大の発生源であり、阜新市でも同様に発電所と地域暖房プラントが市内で最大の大気汚染発生源である。2006年の阜新市の6大発電所(表3-2-3)のSO_xの排出総量は2.3万トンで、市内の全排出量の33%を占め、煤塵は7,602トンで60%を占める。

阜新市では2006年以降に大型燃焼施設に排煙脱硫装置が順次導入されてきた。脱硫率は定格値で95%とされている。脱硫装置を設置しないボイラーでは0.7%以上硫分を含む石炭の使用が禁止された。1997年からは、中央政府と市政府の指示により、市内の発電所のエネルギー効率を高めるための改良工事も行われてきた。老朽化した設備が廃止された。このうち阜新市発電所の35万kWユニットの増設三期改良工事は2003年の省レベルの第10次5カ年計画のプロジェクトとして実施された。これに加えて、資源を有効利用するために、排煙脱硫・除塵装置の設置を前提として、大気汚染の防止を図りつつ、「循環型石炭事業」としてボタ火力発電所の建設も実施された。なお、2007年の年間ボタ消費量は420万トンであった。ボタ発電は、ボタ山を処理することによって、生態の修復、大気汚染を緩和することにつながっている。電力、熱電供給事業など大規模な工場に対しては、排ガスの観測を義務付け、市の環境保護局の職員による立ち入りが行なわれている。

2007年には「阜新市煙塵控制区の管理方法」を公布し、石炭を燃料として個別暖房を保有する建物をビル団地に建て替える事業も進められた。一定規模以上の石炭ボイラーに脱硫装置・除塵の設置を義務付け、発電所と熱供給の専用ボイラーでは硫黄含有率0.7%以上の石炭の使用を禁止したほか、熱出力20万トン/h以上の石炭ボイラーではSO₂及び煤塵の排出濃度の測定を義務付け、市の環境保護局がモニタリングしている。

表 3-2-3 阜新各発電所の装機容量

名称	2007年装機容量 万 kW	2010年装機容量 万 kW
総計	190.5	310.3
阜新市発電有限責任公司	120	110
阜新市熱電所	3	5.4
阜鈺集團(城南)ボタ火力発電所	4.2	9.2
阜新金山ボタ発電所	60	60
阜蒙県盛明発電所	2.4	4.8
彰武県熱電所	0.9	0.9
彰武発電所		120

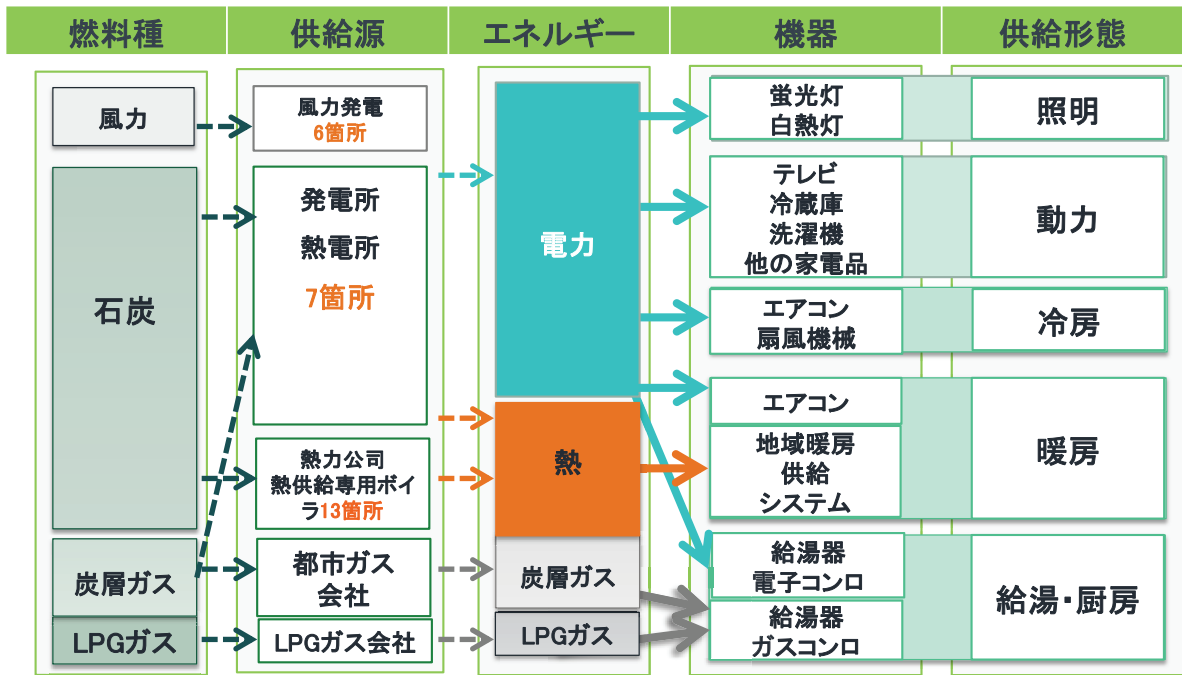


図 3-2-3 阜新市エネルギー・インフラのネットワーク



図 3-2-4 阜新市発電所，阜新市熱電所，阜新市熱力総公司立地

その他，TSP 対策として炭鉱の廃石場の整備は各企業の責任で行われることとなり，市の環境保護局はボタを運送するダンプトラックの走行ルートを指定するなどの規制を実施している。

現在の阜新市のエネルギー・インフラのネットワークは図 3-2-3 に示した通りである。電力とガス供給ではなく、冬季に地域暖房も供給されている。都市民生の改善と大気汚染対策として 1984 年に投入利用し始めた。市内の地域暖房事業は、電力会社が保有する 6 カ所の電熱併給の発電所（熱電所）から供給される熱と、阜新市熱力総会社が保有する 13 カ所の熱供給専用ボイラーから供給される熱で賄われている。地域暖房用の熱量比で見ると熱電所が約 90%を占めている。2007 年の熱供給面積は計 2,015 万 m²（図 3-2-5）、25.4 万世帯で阜新市総世帯数の 4 割に達し、特に市中心部（熱供給面積 1,723 万 m²、22.8 万世帯）での普及率は高く 3 世帯に 2 世帯が地域暖房を使用している。熱電所の廃熱は冬季には発電後に地域暖房用に有効に利用できるが、夏季は冷却水に捨てられるため年間を通じた熱効率は低くなる。しかも、熱電所のうち 2 箇所はボタの処理のために設置されたものであり、大気汚染対策を強化した上で低質の石炭（発熱量 3,000kcal/kg）とボタを混焼しているため、発電効率は一層低いものとなっている。

また、中国の寒冷地には水資源が不足しているため、地域暖房では給湯をおこなっていない。住民側の熱と温水の抜き取り使用を防ぐため、温水に化学物質で異臭を付けてから住宅に供給している。

なお、中国では現在石炭価格が急速に上昇しており、熱供給事業を圧迫している。そのため、2009 年 9 月 14 日に阜新市物価局は通知により、阜新市の暖房用熱供給の価格について、住宅の熱供給価格、オフィスの熱供給価格が引き上げた。低所得の世帯に対しては熱費用の補助金が提供している。（補助金及び熱供給価格は第 4 章でまとめることにした）

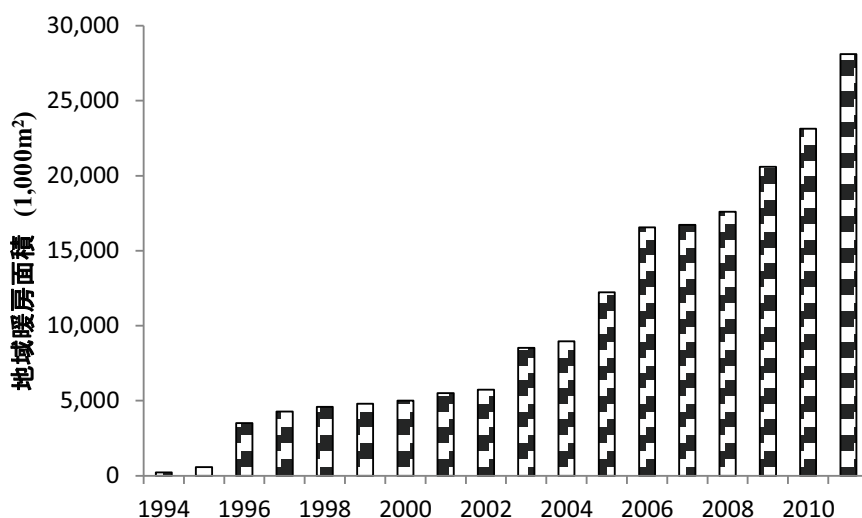


図 3-2-5 阜新市地域暖房供給面積

出所：阜新市統計年鑑，阜新市国民経済と社会発展統計公報¹¹に基づき作成

3. 大気汚染の改善効果

阜新市の大気汚染対策においては、石炭消費量の 30%を占める発電所及び地域暖房用ボイラーからの SO_x 排出量の削減対策が重要である。そこで、これまでの大気汚染対策の有効性を検証するために、地域暖房の導入による SO_x 削減効果について分析を行った。

まず、熱電所の脱硫装置の導入と石炭の硫黄含有率の低下による SO_x の削減効果は次のように推定される。

年 (i) ごとの石炭消費量(C_q)が集計されていないため、阜新市統計局データに基づく発電電力量(E_q) と、国家統計局のデータに基づく平均発電効率 (η) 及び石炭の発熱量(H_c) から、以下の式によって推定した。

なお、u は電力への換算係数 (860kcal/kWh) である。

$$C_{qi} = \frac{E_{qi}}{\eta_i} \times u \times \frac{1}{H_c} \quad (1)$$

発電効率 (η) は 1990～2000 年には 0.37 であったが、2001 年は 0.38、2002～2004 年は 0.39、2005～2007 年は 0.40、2008 年～2009 年には 0.41 へと徐々に改善されてきた。

石炭の発熱量 (H_c) は、中央政府が示した石炭換算基準である 7,143kcal/kg を用いた。

石炭消費に伴う SO_x 排出量 (SO₂ 換算) の推定は、阜新市で産出される石炭の硫黄含有率(S)の平均値 0.9% (0.3%～1.5%) を用い、2007 年以降は 0.7% (阜新市の煙塵制御区の管理方法) とした。また、熱電所に導入された脱硫装置の除去率は 95% とした。その結果、2007 年以降の熱電所への対策の実施によって、SO_x の排出量は 96.5% 削減されたものと推定される。

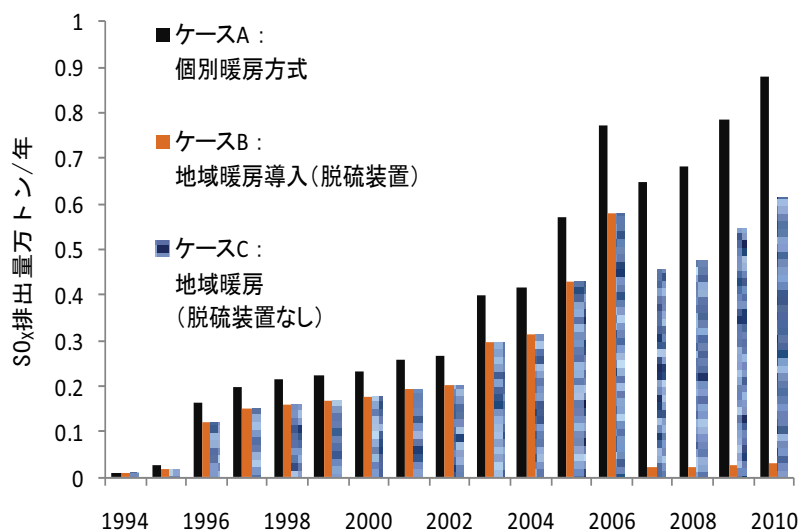


図 3-2-6 阜新市地域暖房の硫黄酸化物削減効果

次に、地域暖房導入による省エネ効果を推定する。本市に参考となる調査データないため、北京市順義区の測定結果を用いる。それによれば、暖房供給期間 (概ね 11 月～3 月の冬期間) 当たりの暖房用の石炭消費量は、個別暖房に小型ボイラーを用いる場合には約 28.5kg/m² であるのに対して、1994 年から導入され始めた地域暖房では約 19.4kg/m² へと約 2/3 に低下した。これに伴って SO_x 発生量も削減されている。

以上を前提として、また、市内の熱電所及び地域暖房ボイラーにおける、大気汚染対策の実施時期と地域暖房の普及状況を踏まえて、発電所の SO_x の排出量の推移を年 (i) ごとに算定した。

$$Q(d)i = A_{di} \times h_d \times S_i \times \left(\frac{64}{32}\right) \times (1 - R \times \gamma_i) \quad (2)$$

$$Q(o)i = A_{oi} \times h_o \times S_i \times \left(\frac{64}{32}\right) \quad (3)$$

ここで

Q(d)：地域暖房を導入した場合の SO_x 排出量

Q(o)：個別暖房を使用する場合の SO_x 排出量

A_d：地域暖房による熱供給の床面積

A_o：個別暖房による熱供給の床面積

h_d：地域暖房の単位床面積当たりの石炭消費量

h_o：個別暖房の単位床面積当たりの石炭消費量

S：石炭の硫黄含有量

R：脱硫装置の脱硫率

γ：地域暖房プラント（熱電所及び専用ボイラー）

への脱硫装置の導入率 とする。

また、地域暖房の導入面積（Ad）は阜新市統計局データを使用した。

その結果、熱供給に相当する石炭使用量に伴う SO_x 排出量を試算すると図 3-2-6 のとおりとなる。また、発電に伴う SO_x 排出量を含めた合計量を算定すると、図 3-2-7 のとおりで、脱硫装置を設置した熱電所及び地域暖房専用ボイラーからの排出（ケース B）は、個別暖房を行った場合（ケース A）より 2010 年に約 7.6 万トン SO_x が削減された。また、発電所と地域暖房プラントからの SO_x 排出量は市内の排出量の 3 割を占めることから、市内の排出総量の 30% 程度が削減されたと推計される。さらに、地域暖房プラントの導入によって、市内に分散していた貯炭所と焼却灰置き場を集中して管理でき、粒子状物質汚染及び廃水汚染を軽減する効果も期待される。

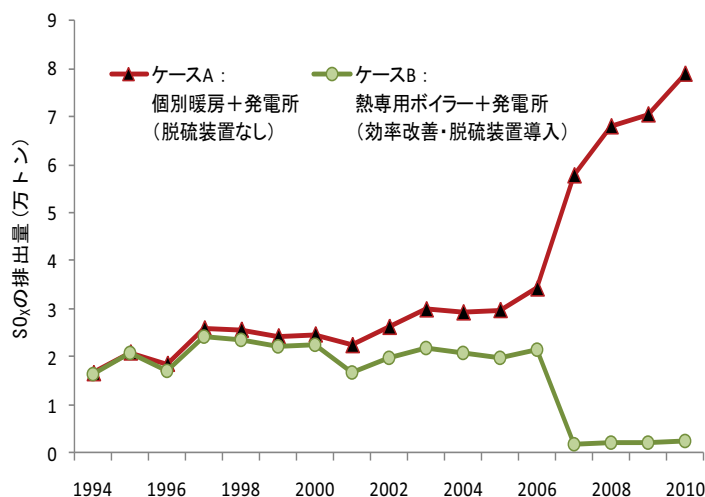


図 3-2-7 地域暖房導入による SO_x 排出量削減効果

なお、日本の環境庁が示した化石燃料の発熱量当たりの CO₂ 排出原単位を用いて、阜新市統計局データに基づく発電電力量(E_q)（石炭火力発電量 E_{qc}，炭層ガス発電量 (E_{ql})，

風力発電所 (Eqw), 発電効率 (η), 二酸化炭素換算係数 Cdc に基づいて CO₂ 発電原単位 (Cei) を試算した. 全ての発電所が石炭火力 (国産一般炭とした場合 0.38g-CO₂/kcal) であった 2007 年と, 炭層ガス発電 (国産天然ガスとした場合 0.21g-CO₂/kcal) 及び風力発電 (CO₂ 排出係数を 0 とする) が稼働している 2010 年の CO₂ の発電原単位を試算すると, 0.80 kg-CO₂/kWh から 0.69 kg-CO₂/kWh へと 13% 改善された. しかし, 日本の一般電気事業者の発電原単位 0.42 (2002~2010 年平均) と比べると 5 割高い. 阜新市の低炭素化をさらに進めるために, 風力等の再生エネルギーの導入促進と炭層ガスの利用拡大が必要となっている.

$$Cei = \frac{Eqc \times \eta \times Cdc + Eqf \times \eta \times Cdl + Eqw \times \eta \times Cdw}{Eq}$$



図 3-2-8 中国阜新市と日本一般電気事業者との CO₂ の発電原単位の比較

表 3-2-4 阜新市の大気汚染の経年変化 (年日均値)

項目	SO2	NO2	CO	PM10
2000	0.095	0.038	-	0.156
	(0.033 ppm)	(0.019 ppm)	-	
2005	0.072	0.029	-	0.115
	(0.025 ppm)	(0.014 ppm)	-	
2006	0.084	-	-	0.118
	(0.029 ppm)	-	-	
2007	0.073	0.043	1.090	0.107
	(0.025 ppm)	(0.021 ppm)	(0.872 ppm)	
2008	0.061	0.037	0.670	0.098
	(0.021 ppm)	(0.018 ppm)	(0.536 ppm)	
2009	0.054	0.036	0.740	0.095
	(0.019 ppm)	(0.018 ppm)	(0.592 ppm)	
2010	0.048	0.034	0.650	0.094
	(0.017 ppm)	(0.017 ppm)	(0.520 ppm)	
2011	0.038	0.038	0.620	0.083
	(0.013 ppm)	(0.019 ppm)	(0.496 ppm)	

出典：阜新市統計年鑑，阜新市統計公報

実際、市内の SO₂ 濃度は 2007 年以降顕著な改善傾向を示し（表 3-2-4）、2010 年の SO₂ 濃度は 2000 年に比べてほぼ半減した。また、粒子状物質濃度（PM10）も改善されている。2010 年までに 2005 年比で 17.4%以上 SO_x 排出量を削減するとする 11 次 5 カ年計画の目標も達成された。

以上の結果によれば、1994 年以降の地域暖房導入と 2000 年以降の大規模発生源への脱硫装置の導入によって、阜新市内の SO_x 排出量は 30%程度削減された。それに伴い SO₂ による大気汚染も 2007 年から改善しつつある。

阜新市内のボタの焼却処理は環境対策上も必要であるが、それが低質石炭の使用を強いることとなる。その結果、大気汚染の改善と熱効率の向上が妨げられている。しかし、年間を通じて強風が吹く阜新市は、風力発電の積極的な導入によって大気汚染を改善できる可能性がある。こうした観点から電力と熱供給システム全体の合理的なあり方を検討していくことが必要である。

阜新市内の発電所は大部分が石炭を使用するため CO₂ 排出原単位が高いが、近年は風力発電の導入が進められ、5 年前の 0.8 kg-CO₂/kWh に比べ現在は 0.69kg-CO₂/kWh まで 13% 改善した。しかし、日本のそれに比べるとなお 1.5 倍も高いものとなっている。このため現在は 40%にとどまっている石炭火力の発電効率を向上させるとともに、風力等の再生可能エネルギー導入や炭層ガスの利用を拡大し、低炭素化を推進する必要がある。近年世界の炭鉱地帯から発生するメタンを主成分とする炭層ガスの利用拡大が低炭素化の手法として注目されている。石炭依存率が高い中国では、炭層ガスの利用拡大が有効な CO₂ 削減対策として期待される。

3.3 地域暖房システム改善及び建物断熱性能向上による環境改善効果の検討

3.3.1 地域暖房システムの現状と改善効果の評価

以上の阜新市の環境・エネルギー政策や、地域暖房システムの現状と改善効果の評価、およびその改善を妨げている事情等について検討を行い、次のような結論を得た。

1. 固定料金から従量制の導入へ

これまで熱供給は毎年11月から3月まで5ヶ月間、住宅の室温が16℃以上を保てるよう24時間一定の熱量を供給している。現行の地域暖房システムでは建物ごとまたは住戸ごとの熱計量システムが導入されておらず、建物の延べ床面積を基準に暖房費用が固定料金制で徴収されているため、暖房費の節約に対するインセンティブが働かず、省エネ意識も生まれてこない。しかも、各戸に温度調節器がないため、住民は暖房については省エネの意識を持ってもそれを実行できない状況にある。家庭部門の省エネを促進するためには、地域暖房に温度調節機能を始め、熱効率を向上させるためのシステム改善を図り、料金を従量制に変更することが急務である。

このため近年、中国ではエネルギー消費を削減するため、熱利用料金の計算方式を従来の住宅面積に応じて固定金額を徴収する方式から、熱負荷に応じて費用を徴収する方式(従量制)に変更する取組は急速に進めてきた。これは省エネルギーを促進する観点から重視されてきたためである。従量制の導入は、同時にシステム全体の熱量調整機能の改善を必要とする。これによって昼夜の熱負荷のピークが異なる家庭とオフィスの合計負荷は平準化され、省エネ効果が生まれる。2003年に国家発展委員会、財政部等8部聯合で「都市熱供給体制改革実験的取組の指導意見に関して」(关于城镇供热体制改革试点工作的指导意见)を公布した、この政策の重点に置かれているのは地域暖房が供給する既存住宅の熱供給システム(戸別に計量システム)改造の実施である。それから、建物に対して建物ごとまたは個々の住戸に熱量メーターの設置を通じる熱量管理が実験的に進められ、関連の基準と法規も整備されつつある。2010年現在、東北部15の省・都市の中に、多くの都市に熱量メーター(計量器)の設置を実施した。

熱計量の実現された都市においては従量制への切りかえが検討されているが、2009年河南省の鄭州市¹²の試算では初期コストとして配管網を改造する費用50元/m²、熱量計が一軒当たり500~1,200元必要となる。熱量器の耐用年数は5~7年であり地域暖房費を相当押し上げることになる。省エネ性を高め、効率よい料金制を実施するために中国政府は新築住宅への熱計量器の導入が推奨してきた。この問題を解決するためには、熱計量技術の開発を通じて経済性を確保し、従量制が普及させる政策的な努力が求められる。新設住宅への導入が進めば、計量器の量産に伴って価額の低下が期待できる。最終的に、計量式熱供給システムは省エネルギー→収益→省エネルギーの好循環を形成する。

地域暖房しすてむの改造が行われているために地域暖房料金制度は二部制と固定料金制の両方が存在する時期に入ってきた。熱計量器が導入された住宅には基本熱費用と熱計量の図った熱料金で構成している。熱計量器が導入されていない住宅はこれまでの料金徴収制度のままに持続している。また、本来の暖房補助を顧慮し、従来の固定料金徴収よりより従量制の実施後に暖房料金が高くなった場合は、その分は住民に返還する制度を設定した地域がある、公共事業の一つである地域熱供給構造をもつ熱供給企業にとっては省エネ

原動力が欠けている。この数年の間に戸別熱供給システムの改善と熱計量メーターの設置が急速に行われてきたが、料金制度と計量器の導入と従量制の料金体系への移行がマッチングしておらず、大きい改造費用が投資した反面、熱供給事業者の熱供給管理（余分な熱の有効利用方法）の停滞、熱計量器の量的普及では省エネ効果の期待以上達成してない。熱供給事業者のエネルギー利用・管理機能の向上、料金体系の最適化の立った政策の推進が求められる。

さらに、機能のよい暖房熱計量装置の設置においては住宅建設業者の責任を向上するために、住宅検収部門の監督、熱供給業者からの協力は規範性が欠けている建築の市場には強く求められている。

こうした従量制を導入するためには熱計量機器の設置、温度節機能が不可欠になる。しかも、建物の断熱性能が悪いために熱損失が大きく省エネ効果には限界がある。2009年10月には大連市内の160万m²の区域のビル392箇所、住宅15,539世帯の熱量計の改造が行われた。これを受けて、11月に大連市は「大連市市民熱流量モデル地域熱料金暫定管理方法」を公布している。2010年2月まで行なわれた市内の「頤和香樹小区」での測定データから、ビル最上階、両端及び角部屋のエネルギー消費量は、中間に位置する部屋の約3倍であることが判明した。このようなきめ細かい温度調整装置の開発と利用が省エネを促進するものと期待できる。

2. ボイラーの効率が低いこと

阜新市では低質の石炭と原炭を燃料に多く使用するため、燃焼は不完全で、熱の損失が大きい。ボイラーの稼動時の効率はおよそ60～65%に止まっている。省エネルギー性能を高めるため、政府は既存のボイラーの効率を68%に設定した。しかしここでは、ボイラー容量を考慮に入れてない。日本などの先進的なレベルでは80～85%である。阜新市も順次、効率のよいボイラーの切り替え、燃料規制を強化すべきである。一方、中国の石炭火力発電所の発電効率は近年消えずに高められている。

3.3.2 日本の地域暖房システムと比較した検討.

1. 日本の地域冷暖房システム

1970年代は、都市の熱需要が急増し、また公害対策が本格的に開始された時期であったが、この時期に大阪市、札幌市などで地域冷暖房の導入が開始されている。

(1) 札幌市の大気環境質の推移

大気汚染物質のうち硫黄酸化物について見てみると、図3-3-2に示したように1970年の都心部における硫黄酸化物の冬季平均濃度は0.063ppmであった対し、1974年には0.035ppmと大幅に低減した。大気汚染の柱の一つとして、1969年から工事が進められていた都心部の地域暖房事業は1971年10月に第一期工事が完成し、本格的に各ビルへの熱供給が開始された。同時の日本において、地域暖房は公害防止設備の完備した大型ボイラープラントから配管を通じて個々のビルに冷暖房用などの熱源となる高温水を送るシステ

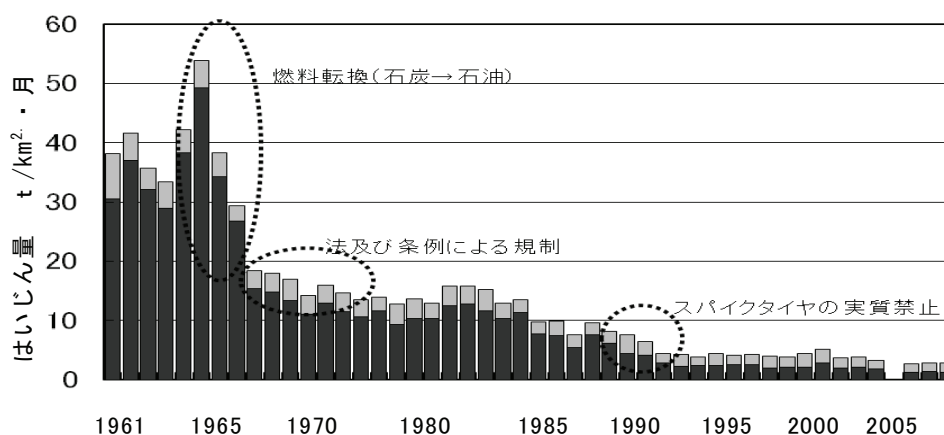


図 3-3-1 はいじん量の経年変化

出所：札幌市の環境 2008 札幌市環境局環境都市推進部¹³

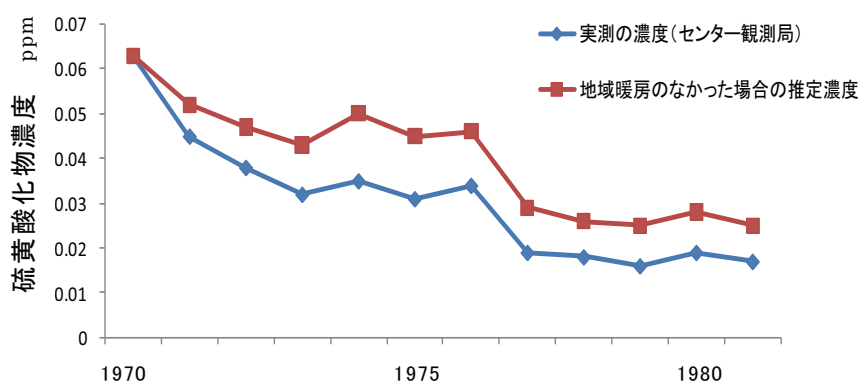


図 3-3-2 暖房の硫黄酸化物汚染防止効果

出所：札幌市環境局環境都市推進部

ムである。本格的なプラントとしては日本で最初の事業であり，都心部の大気汚染を軽減する設備として大きい期待が寄せられた。

もう一方の柱となる大気汚染防止法に基づく燃料の使用に関する措置（燃料規制）を実施した。これは都市型大気汚染対策として法制化されたもので，暖房機における硫黄酸化物排出量を減少させるために低硫黄重油の使用を義務付けたものである。また，これの実施に伴い，燃料規制の実施における低硫黄重油の供給確保，燃料設備の改善など問題に対し，関係者の努力と事業者の協力によって比較的の短期間に克服することができ，二酸化硫黄を低減して，著しい改善効果をもたらした。1971年冬季期の6ヵ月間の汚染状況は都心部地域暖房の運転開始と相まって，都心部においては1970年に比較し平均値で約30%低減し，初めて環境基準を達成している。

なお，以上の措置に加え，施設の種類及び規模ごとに厳しい排出基準が定められ，石炭利用に対応したばいじんの排出防除技術の大幅な進歩により，はいじんによる大気汚染を改善した。ばいじん量の経年変化も図 3-3-1 に示す。

(2) 札幌市の地域暖房システム

都心部への地域暖房の導入は，硫黄酸化物，煤塵の低減に大きな効果をもたらした特に

	阜新市	札幌市
地理・気候の相違	年平均気温 6.5℃~7.5℃ 最も寒い月 -15.9℃ 最も暑い月 29.5℃	年平均気温 9.5℃ 最も寒い月 -13.2℃ 最も暑い月 31.4℃
大気汚染の原因	ポタ山の粉塵 暖房施設から排出する煤煙	暖房用の燃料使用が原因 自動車数の増加による排ガス
暖房システム 熱供給方式	電熱併給 75% 熱専用ボイラー 65%	熱専用ボイラー（1970年代） 天然ガスコージェネレーションシ ステムを中心（現在）
暖房用燃料	石炭・ポタ 炭層ガス（導入計画）	石炭・重油（1970年代） 天然ガス78%、木質バイオマス22% （現在）
暖房システム 特徴	温度調節機能がない 料金制度は延べ床面積で固定 ボイラーの効率は65%	温度調節機能がある 料金制度は従量制 ボイラーの効率は80%以上

図 3-3-3 両市の暖房システムの違い

硫黄酸化物対策については、燃料規制とともに都心部の汚染改善に中心的な役割を果たしてきた。硫黄酸化物にかかる大気汚染防止効果について、地域暖房の供給熱量をもとに試算した結果は、図 3-3-2 のとおりであり、加入ビル数増加した 1974 年以降は、30%以上の削減率を示し、地域暖房は都心部の汚染改善に大きく寄与してきた状況がわかる。

95%の除去率をもつ脱硫装置は、当時の札幌市では大気汚染対策の切り札となっており、地域暖房の導入がそれを可能としたという意味で重要である。

現在、日本全国に約 150 の地域冷暖房システムが導入されているが、環境・エネルギー的な観点から以下のように評価されている。

- 1) 大気汚染防止と CO₂ 排出抑制効果について一定の評価が得られている。
- 2) 高い省エネ技術が導入され、地域特性を踏まえたシステムとなっている。
- 3) 未利用エネルギーの活用を促進する上でも有効なものとなっている。
- 4) ヨーロッパでは発電所排熱やゴミ焼却場の排熱を利用した地域暖房が多数導入されてきたのに対し、日本では排熱利用は重視されてこなかった。

3. 地域暖房の導入による省エネ効果の総合評価

阜新市の大気汚染の改善が急務であること及び大規模な発生源への集中的な対策が有効であることを考慮すれば、環境・エネルギー対策において導入が比較的容易で、大きな効果が期待されるのは排煙処理装置の導入である。地域暖房の導入は、こうした大気汚染対策の方向と合致する。しかし、これまでは面的な普及を優先してきたために、多くの課題を抱えている。また、大気汚染対策でもある地域暖房の普及が、家庭部門でのエネルギー消費が近年急増していることから逆に熱需要を押し上げる可能性もあるため、最大限の

省エネ努力が求められる。また、家庭での省エネの推進も今後は重要になってくる。また都市商業地域の再編と住宅地域を整備するために、2010年に阜新市の北部に新たな街の建設が始まった。現在の中国のエネルギー消費と、家電品の普及率は日本の1970年代に相当する。阜新市の例に見るように、中国の民生、家庭部門のエネルギー需要は、特に都市部において今後急速に増加するものと見込まれている。

一方、排煙処理装置は石炭エネルギーの利用を前提とすれば合理的な対策手法ではあるが、設備の建設と管理に膨大な費用を要する。こうした観点から電力と熱供給システム全体の合理的なあり方を検討していくことが必要である。阜新市の長期的な大気汚染対策として期待できるのは、強風地域である特性を活かして風力発電の積極的な導入を図ることと、ごく最近利用が始まった炭層ガスの利用拡大である。風力と炭層ガスの利用拡大は大気汚染対策だけでなく、低炭素化を進める上でも非常に重要であると考えられる。

3.3.3 住宅の熱・エネルギー需要特性の変化と省エネ可能性の検討

1. 住宅断熱性能向上の重要性および省エネの可能性

都市エネルギーの有効利用のためのインフラ建設と地域暖房の効果を発揮させるための一つの必要条件は住宅の断熱性能の改善である。都市化率が高まる中で、地域の再編と住宅新築段階において一定以上の断熱性能を確保することは、中長期的な観点からも大変重要である。中国と日本における住宅の建築構造及び建築年を比較した結果（図3-3-4、図3-3-5）、中国においては古い住宅が少ないために、住宅の省エネ性能の向上及び新築の省エネ基準の導入が比較的容易であると考えられている。

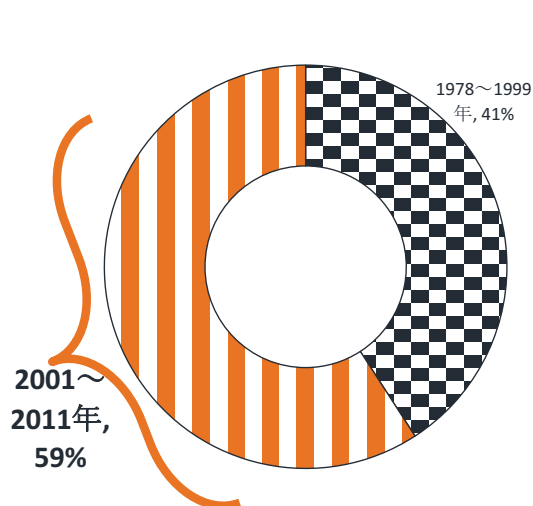


図 3-3-4 中国住宅の建築年別の面積の割合
出所：中国統計年鑑 2012 ¹⁴

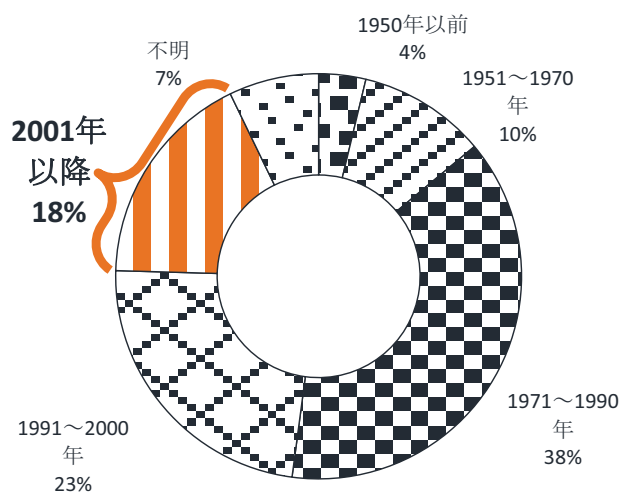


図 3-3-5 日本住宅の建築年別住宅数の割合
出所：日本統計年鑑 2008（2010年公表）¹⁵

2. 中日の建築の断熱性能比較

中国の建築熱設計の地区分け基準は表3-3-1、図3-3-6に示した通りであるが、気温の異なる地区のメイン指標に沿って5つの区分に分けられている。これに対して日本では都道府県別に6つ地区に建築熱設計基準が分けられている（表3-3-2）。これらの地域別の建築物の省エネ基準を中日比較したものを表3-3-3に示した。東北部は中国の厳寒と寒冷地域



图 3-3-6 中国建筑热设计地区分け

表 3-3-1 中国建筑热设计地区分け基準

地区名称	地域の区分	メイン指標	補助指標
严寒地区	I	最も寒い月の平均気温 $\leq 10^{\circ}\text{C}$	日平均気温が 5°C 以下の日数 ≥ 145 日
寒冷地区	II	最も寒い月の平均気温 $= 10^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$	日平均気温が 5°C 以下の日数 $= 90 \sim 145$ 日
夏暑冬冷地区	III	最も寒い月の平均気温 $= 0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 且つ最も暑い月の平均気温 $= 25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$	日平均気温が 5°C 以下の日数 $= 0 \sim 90$ 日、日平均気温が 25°C 以上の日数 $= 40 \sim 110$ 日
夏暑冬暖地区	IV	最も寒い月の平均気温 $> 10^{\circ}\text{C}$ 且つ最も暑い月の平均気温 $= 25^{\circ}\text{C} \sim 29^{\circ}\text{C}$	日平均気温が 25°C 以上の日数 $= 110 \sim 200$ 日
温和地区	V	最も寒い月の平均気温 $= 0 \sim 13^{\circ}\text{C}$ 且つ最も暑い月の平均気温 $= 18^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$	日平均気温が 5°C 以下の日数 $= 0 \sim 90$ 日

出典：中国民用建築熱工設計規範 GB 50176-93¹⁶

表 3-3-2 日本建築熱設計地区分け基準

地域の区分	都道府県
I	北海道
II	青森県、秋田県、岩手県
III	宮城県、山形県、福島県、栃木県、長野県、新潟県
IV	茨城県、群馬県、山梨県、富山県、石川県、福井県、岐阜県、滋賀県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、京都府、大阪府、和歌山県、兵庫県、奈良県、岡山県、広島県、山口県、島根県、鳥取県、香川県、愛媛県、徳島県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、大分県、熊本県
V	宮崎県、鹿児島県
VI	沖縄県

出典：国土交通省¹⁷

に位置しているために建築物は最も厳しい熱設計（断熱）基準が設定されている。住宅の断熱性能の向上でもたらされる省エネ効果について日本基準に基づいて国土交通省「低炭素社会に向けた住まいとその推進会議」資料で試算した結果では、断熱性能を高くすると、

住宅開口部や外壁・屋根・床などから逃げ出す熱量を抑え、暖冷房費を減らすことができる(表 3-3-4)。

日本で 1980 年に初めて制定された省エネルギー基準によって住宅を断熱した場合でも、まったく断熱しない住宅に比べると、およそ 30%の省エネになり、より一層強化された 1999 年基準によれば、約 60%もの省エネ化が実現できる。(図 3-3-7)。

なお、日本において住宅の省エネ性能に関しては頻りに議論され、断熱性能の向上が図られてきた。2013 年の省エネルギー基準の改正が行われた。中国において断熱基準だけでなく、建築物の省エネ基準は継続的に更新された。中国では住宅の省エネ基準は当該地域で 1980～1981 年に建設された住宅に適應されるものとしてエネルギー消費水準より 50%，さらに大都市では 65%エネルギー消費量削減を目指している。

表 3-3-3 中日両国の建築熱設計基準比較

国	地区	屋根	外壁	
中国	I	0.25-0.4	0.4-0.52	
	II 北京・大連	0.4-0.6	0.56-0.68	
	III	0.6-0.8	0.8-1.1	
	IV	0.8-1.0	1.0-1.5	
	V	1	1.5	
日本	I	住宅公庫基準	0.6	0.7
		新省エネ基準	0.23	0.42
		次世代標準	0.27-0.32	0.39-0.49
	II	住宅公庫基準	0.9	1
		新省エネ基準	0.51	0.77
		次世代標準	0.35-0.42	0.49-0.58
	III	住宅公庫基準	0.9	1
		新省エネ基準	0.66	0.77
		次世代標準	0.37-0.43	0.75-0.86
	IV	住宅公庫基準	1	1.3
		新省エネ基準	0.66	0.77
		次世代標準	0.37-0.43	0.75-0.86
	V	住宅公庫基準	1.3	なし
		新省エネ基準	0.66	0.87
		次世代標準	0.37-0.43	0.75-0.86

住宅公庫基準	1980年
新省エネ基準	1992年
次世代標準	1999年

表 3-3-4 日本における住宅断熱基準改善の省エネ効果試算

項目		無断熱	S55年基準	H4年基準	H11年基準
性能基準	熱損失係数	-	5.2W/(m ² K)以下	4.2W/(m ² K)以下	2.7W/(m ² K)以下
仕様基準	断熱材(外壁)	なし	グラスウール30mm	グラスウール55mm	グラスウール100mm
	断熱材(天井)	なし	グラスウール40mm	グラスウール85mm	グラスウール180mm
	開口部(窓)	アルミサッシ+単板	アルミサッシ+単板	アルミサッシ+単板	アルミニ重サッシ またはアルミサッシ +複数ガラス
年間暖冷房費		約13万3千円/年	約9万2千円/年	約7万5千円/年	約5万2千円/年
年間暖冷房エネルギー消費量		約56GJ	約39GJ	約32GJ	約22GJ

出所：国土交通省「低炭素社会に向けた住まいとその推進会議」資料¹⁸

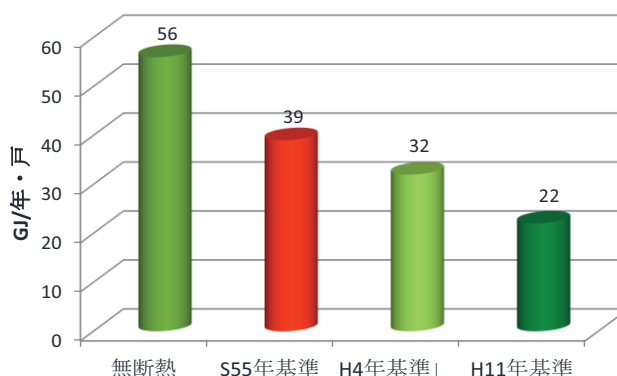


図 3-3-7 住宅断熱基準改善の省エネ効果推計

出所：国土交通省「低炭素社会に向けた住まいとその推進会議」資料¹⁸

第 11 次 5 カ年計画期間における中国の建築部門の省エネ取組は、国務院が設定した建築省エネ目標に沿って行われてきた。2007 年に国務院が公布した「省エネ・排出削減総合性取組方法の通知に関して」（関于印発節能減排総合性工作方案的通知）には、建築分野の省エネ取組の内容が示されている。具体的には、新築建築の省エネ基準への達成度向上・グリーン建築のモデル建設プロジェクト・北方採暖地域の既存住宅の熱計量及び省エネ（断熱性能の向上）、改造・建築部門における再生可能エネルギー利用推進・壁の断熱材料の革新のほか、公共建築物の省エネと農村の省エネの取組方法が盛り込まれている。11 次 5 カ年計画期間における建築分野の省エネ目標と完成の状況は表 3-3-5 に示す。目標に向けた建築分野の技術革新、建築省エネ規範の継続修正等の一連の政策の実施により、11 次 5 カ年計画期間に中国の新築住宅の省エネ基準（50%）達成度が高められてきた。2011 年までに、全国の都市新築建築設計段階の省エネ 50%の基準は 100%達成され、実施段階の達成率は 95.5%である（表 3-3-6）。2006-2011 年まで累積の建設された省エネ建築面積 62.5 億 m²で、これに伴って石炭換算で 5900 万トンの省エネ効果がもたらされている。

表 3-3-5 11 次 5 カ年計画期間における建築分野の省エネ目標と完成情況

指標	国務院が設定した目標	達成状況
新建建築省エネ	工事実施段階での省エネ基準達成率は 95%以上	95.40%
グリーン建築示範プロジェクト	30 個	実施したグリーン建築プロジェクト 217 個、内 113 のプロジェクトはグリーン建築評価ラベリングを獲得
北部地域採暖地域既存住宅建築の熱計量及び省エネ改造	1.5 億 m ²	1.82 億 m ²
大型公共建築省エネ運行管理と改造	政府オフィスビルと大型公共建築の省エネ管理体系の設立	33,000 棟ビルのエネルギー消費統計・4,850 棟ビルの能源會計監査を実施、6,000 等建築物のエネルギー消費状況を公示、北京・上海等 9 都市でエネルギー消費変動観測示範建設を行った。72 の学校で省エネ型キャンパス建設を実施。
建築における再生可能エネルギーの利用推進の規模化（拡大）	200 個	360 の再生可能エネルギー利用推進プロジェクト、210 の太陽光発電の応用プロジェクト、47 の再生可能エネルギー示範都市、98 の示範県が形成
農村の省エネ	—	新築震動抵抗省エネ住宅 13,851 戸、既存住宅省エネ改造 342,401、600 あまりの農村太陽光集中浴場
壁材料の革新	産業化示範	新型壁材料の生産量 4,000 億煉瓦、壁材料生産量の 55%を占める。3,500 億煉瓦が使用され、総使用量の 70%を占める。

表 3-3-6 2000-2011 年新築の省エネルギー基準達成度

年	設計段階で省エネ基準達成度設定	工事実施段階で省エネ基準（執行）達成比率
2006	95.7	53.8
2007	97	71
2008	98	82
2009	99	90
2010	99.5	95.4
2011	100	95.5

出所：中国統計年鑑 2012¹⁴

表 3-3-7 11次5カ年計画期間における北方採暖地区既存住宅建築熱計量及び省エネ改造面積統計表

地区	完成面積 (m ²)
北京	2,031
天津	1,381
河北	3,341
山西	467
内モンゴク	1,327
遼寧	1,445
大連	500
吉林	1,300
黒竜江	1,681
山東	1,820
青島	304
河南	380
陝西	208
甘肅	353
青海	53
寧夏	200
新疆	1,249
兵団	133
合計	18,173

出所：中国建築省エネ発展報告 2012⁴

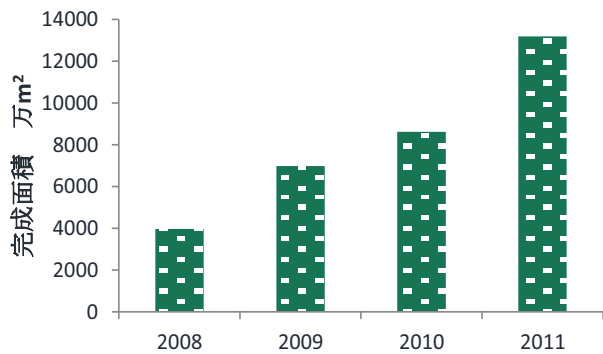


図 3-3-8 2008-2011 年度北部採暖地区既存住宅熱計量器及び省エネ改造完成情況

出所：中国建築省エネ発展報告 2012⁴

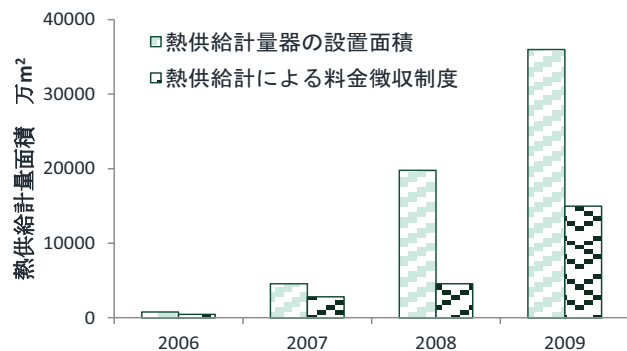


図 3-3-9 北部住宅暖房熱計量器設置面積

出所：中国建築年鑑 2011¹⁹

住宅の省エネ性能の向上が図られたのは新築だけではなく、既存住宅の省エネ（保温・断熱）改造も広域にわたって実施されてきた。清華大学 2013 年の建築省エネ報告によれば、本世紀に北部地区の新築の採暖エネルギー消費量は 260~120kWh/m²。建物の保温性能・窓の保温などさらに措置を強化すれば、45-90kWh/m²に削減可能（北京市 60kWh/m²，

哈尔滨市 90kWh/m²) であるとされている。4. 改造工事の内容として主に①住宅壁保温、②窓・ドアの更新、③地域暖房システムに熱計量機の設置等が行われた。第 11 次 5 年計画期間中に既存住宅の保温・断熱改造面積は 1.8 億 m²に達している(表 3-3-7, 図 3-3-8)。これにより大きな省エネ効果をもたらされていると推測される。一方、北部住宅での暖房熱計量器の設置面積と料金徴収制度の改正と同時に実施する地域と実施されない地域に分かれている(図 3-3-8)、省エネ効果をより一層高く図るために無視できない重要な分野である。

新築住宅の断熱基準の達成及び既存住宅の性能の改善は、暖房エネルギー消費削減をもたらすばかりでなく、地域暖房システムの料金制度の改善及び高性能の熱流量測定器の設置を可能にしている。これは技術的な問題というよりも、むしろ設備投資を効率化するという政策的な判断として、住宅の新築、改良と一体的に、地域暖房システムの改善が図られてきたものである。

第 3 章の総括と考察

(1) 北京を除く東北部 5 都市においては、現在では以下のような都市レベルでのエネルギー・インフラの整備もしくは改善が同時並行に進められており、これらの対策の複合的な効果として大気汚染物質及び CO₂ の排出量の低減が図られてきた。

- ① 旧弊な石炭利用施設の更新によるエネルギー性能の向上による省エネの推進
- ② 石炭利用施設の大規模化と集中的な排煙処理施設による大気汚染物質の大幅削減
- ③ 集合住宅化と地域暖房システム普及の同時推進による熱需要の適正管理
- ④ 住宅の断熱・省エネ性能の向上による暖房熱の損失の抑制
- ⑤ 使用石炭の低硫黄化の推進による大気汚染物質の削減
- ⑥ ロシアからの天然ガスの導入による低炭素化及び低硫黄化の推進
- ⑦ 産炭地の利を生かした一部都市での炭層ガス導入による低炭素化の推進
- ⑧ 一部都市での風力発電の導入促進による低炭素化と脱石炭化を推進
- ⑨ 一部都市では水力による電力供給比率が高く低炭素化と脱石炭化を推進

これらの中で、地域暖房の導入は 1980 年代初頭から始まり、石炭の低硫黄化、低炭素化関連の施策は 2000 年代に入ってから開始されるなど、実施時期にはかなりのひらきがある。しかし、2000 年代後半からは上記の対策の導入が加速度的に進められてきており、対策効果も今後急速に発現するものと期待される。

(2) 集合住宅への地域暖房の導入による硫黄酸化物やばい塵の排出削減効果については、戸建て住宅と集合住宅での実際的な単位面積当たりの熱需要(石炭消費)は、集合住宅の方が 3 分 1 程度少ないことと、地域暖房プラントもしくは熱電所での脱硫装置、除塵装置による高効率での除去が可能となることによってもたらされる。阜新市の大気汚染測定値の経年変化からも大気汚染の改善傾向が明らかになっているが、これは地域暖房の導入と、発電所等の大規模施設への排煙処理装置の導入による複合効果であると判断される。むしろ、経済的な豊かさの向上とともに、快適性や安全性の要求水準も高まり、一人あたりの住宅の床面積の増加や暖房供給の長時間化が地域暖房熱需要を押し上げる可能性は十分にある。このため、地域暖房のメリットを最大限に生かすための努力が求められている。

(3) こうした点を考慮すると、地域暖房システムの設計及び管理については以下の二つ

の点で改善の余地がある。一つは、現在の地域暖房システムの多くは温度調節機能が装備されていないもしくは簡単なバルブ開閉装置程度しか装備されていないため、省エネ効果が減殺されており、また、市民に省エネ意識が生まれにくいという欠点がある。二つ目は、料金徴収システムに関する点である。現在多くの地域暖房システムにおいて、面積に応じた一律料金制であるために住民の省エネ意識の高揚を阻害していると考えられる。このため、使用熱量に応じた料金システムにするためには、まず熱量計を各戸に設置する必要がある。一部の地域では、各戸への熱量計の導入と温度調節機能の設置を進めて従量料金制に移行させる試みが開始されている。しかし、ここにもう一つの課題が横たわっている。中国では 1986 年以来段階的に建物の断熱・省エネ基準が強化されてきており、中国政府は設備投資の効率化の観点から、集合住宅の断熱・省エネ性能の向上とセットで進めることが効率的であるとの方針を打ち出している。現在鋭意進められている住宅の省エネ性能の向上を待って段階的に改善が進められていくことになり、東北部の 5 都市では 2020 年頃までに改造工事が一巡するとみられる。

(4) 長期的な大気汚染対策として期待できるのは、地域の特徴を活かしたグリーン・再生エネルギー発電の積極的な導入である。風力と太陽エネルギーを中心とする再生可能エネルギーの導入は、大気汚染対策としても低炭素化を進める上でも非常に重要である。

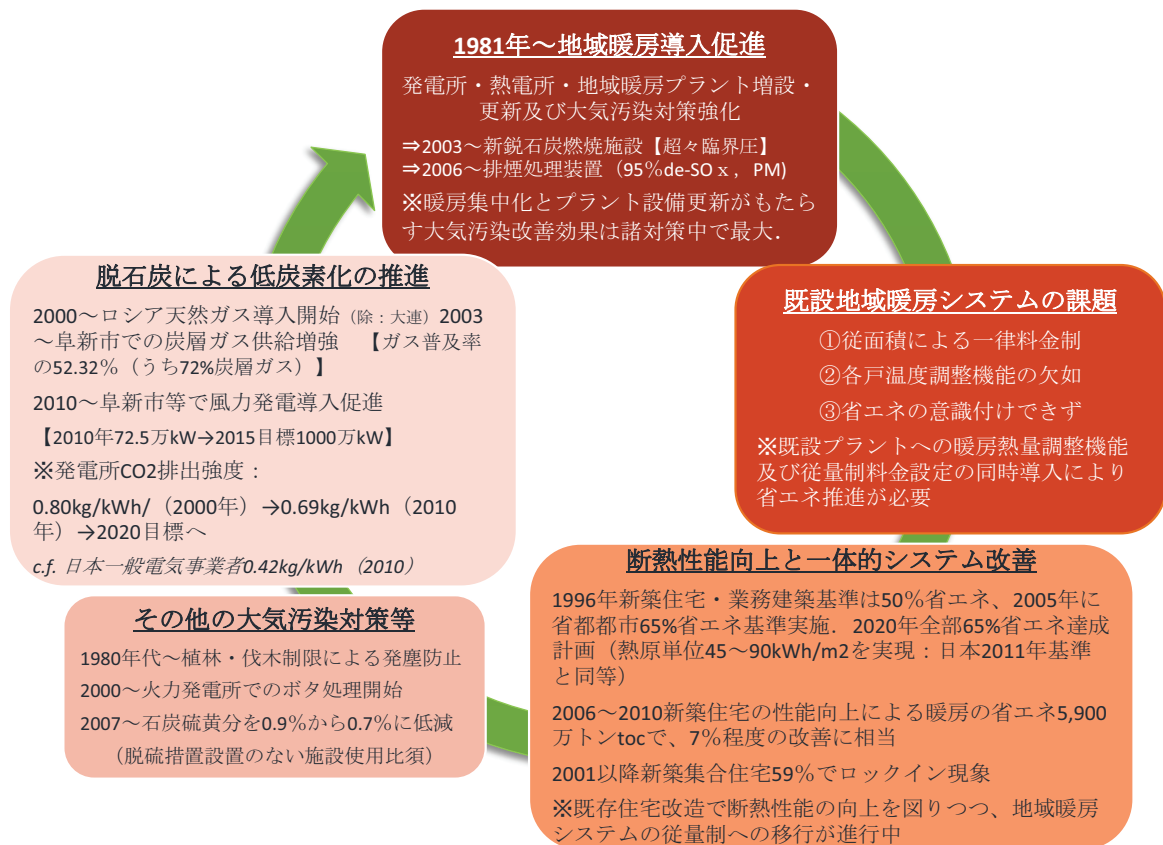


図 3-3-8 都市インフラ整備による環境対策とその効果の相互関連

参考文献

1. IEA, Energy Balances 2012
2. World Coal Report 2013, (一財)石炭エネルギーセンター アジア太平洋コールフローセンター 技術・情報委員会
3. Siqi Zheng, Rui Wang, The Greenness of China: “Household Carbon Dioxide Emissions and Urban Development, National Bureau of Economic Research”
<http://www.hks.harvard.edu/m-rcbg/heap/papers/HEEP%20Discussion%2012.pdf>
4. 清華大学建築省エネルギー研究センター, 中国建築省エネルギー発展報告 (2009-2013), 中国建築工業出版社
5. 中国都市建築年鑑 2011
6. 阜新鉱務局, 「阜新市鉱山生態環境保護と改善 日志」
7. 李広偉・馬雲東, (2005)「阜新市大気汚染分布規律研究」, 安全と環境誌第五巻第6期
8. 阜新市統計局, 阜新市統計年鑑 1994-2009
9. 遼西北に新たに 365 億立方メートルの煤炭層ガスの埋蔵が確認された.
http://www.qqkqw.com/html/news/5/103033_2.html, 2010-5-15 閲覧
10. “新能源産業助阜新經濟轉換 新能源产业助阜新经济转型”
<http://news.enorth.com.cn/system/2012/08/01/009744742.shtml>, 2013-08-10 閲覧
11. 阜新市統計局, 阜新市国民經濟と社会發展統計公報 2005-2013
12. 鄭州市・地域暖房を改造するコストが高い
<http://www.chinanews.com.cn/estate/estate-wyff/news/200/11-06/1950492.shtml>
2010-11-10 閲覧
13. 札幌市環境局環境都市推進部, (2008) 札幌市の環境
14. 中国統計局, 中国統計年鑑 1990-2012
15. 日本統計局, 日本統計年鑑 2008
16. 中国民用建築熱工設計規範 GB 50176-93, 中国建築設計地区分け基準
17. 国道交通省, 日本建築熱設計地区分け基準
18. 国道交通省「低炭素社会に向けた住まいとその推進会議」資料
19. 中国建築年鑑 2011
20. 北道地域暖房株式: 北海道地域暖房株式会社料金のごあんない,
<http://www.chidan.co.jp/site/f-o-6.html>, 2010-5-28 閲覧
21. 都市環境工学会編, (1975)「世界の地域冷暖房・4 地域暖冷房技術と実例」, 370pp ,
日本工業新聞社
22. 阜新市環境保護局, 「2007 年我市環境空氣質量三級から二級」
23. 阜新市環境保護局, (2008)「阜新市大気汚染状況概述 2007 年」
24. 北川秀樹, (2008)「中国の環境問題と法・政策」, 法律文化社
25. 尾島俊雄, (1971)「JES プロジェクト日本の地域冷暖房・第三章地域冷房の実施例」,
日本工業新聞社, 217pp
26. 尾島俊雄, (1994)「地域冷暖房・早稲田大学理工総研シリーズ 1」, 早稲田大学出版部,
217pp

27. (社) 燃料協会燃焼部会家庭燃焼小委員会編, (1995)「住宅冷暖房手引き」, 技報堂
28. 中国国家発展改革委員会国家エネルギー局, (2011)「炭層ガス開発利用第 12 次五カ年計画」

補注

1. 北部地域：北京市, 天津市, 河北省, 山西省, 内モンゴク自治区, 遼寧省, 吉林省, 黒竜江省, 山東省, 河南省, 陝西省, 甘肅省, 青海省, 寧夏回族自治区, 新疆ウイグル族自治区.
2. 両コントロール区：すでに酸性雨が発生しているか発生する可能性のある地区を「酸性雨抑制区域」, 二酸化硫黄汚染の嚴重な地域を「硫黄酸化物汚染抑制区域」として区分される.

【補足説明】石炭火力発電所の環境負荷低減可能性の算定根拠としたデータ及び情報

1. 石炭の高位発熱量及び低位発熱量

日本では火力発電所の発電効率（発電端）を算定する場合、高位発熱量（HHV）が用いられるが、中国を含めた多くの諸外国では低位発熱量（LHV）が用いられる。石炭の燃焼では水蒸気の潜熱が利用されることはほとんどないので、低位発熱量を用いるのが適当と考えられているが、発熱量の換算が的確にできればCO₂排出量の算定結果は一致する。このため、両者の換算が必要となる。

（1）資源エネルギー庁が示した、2005年以降に適用する各種エネルギー源の標準発熱量（高位発熱量）¹では、一般輸入炭については次のとおりとされている。

輸入一般炭 25.7 MJ/kg（湿炭・有灰）=6139kcal/kg（湿炭・有灰）

（2）一般に水素と水分の含有比率が高い燃料ほど高位発熱量に対する低位発熱量の値は小さくなる²。一般財団法人石炭エネルギーセンターのコール・データ・バンク³によれば、高位発熱量と低位発熱量の換算は以下の式によるものとされる。

低位発熱量(kcal/kg)=高位発熱量(kcal/kg)−6(9H+W)・・・(1)

但し H=水素の量(%)〔元素分析〕 W=水分の量(%)〔工業分析〕である

また、一般炭の代表的な炭種である、豪州と中国の瀝青炭について水素量と水分量をみると、水素量は4.8-5.9%程度、水分量は1.8-3%程度とされ⁴ている。

この値を（1）に挿入すると、高位発熱量7,150kcal/kg及び6,830kcal/kgの炭種に対応して、それぞれの低位発熱量は6,820kcal/kg及び6,550kcal/kgになる。高位発熱量に対する低位発熱量の比は0.95及び0.96である。また、宮崎県の公表資料⁵によれば、原料炭と一般炭の区別なく石炭全体の平均的な値として、高位発熱量26.6MJ/kg（6355kcal/kg）に対して低位発熱量25.3MJ/kg（6,037kcal/kg）とされていて両者の比は0.95となる。（なお、灯油及びA重油では両者の比は0.94程度であり、都市ガス13Aでは0.9程度になる。）

以上のことから、石炭火力発電所の発電効率は高位発熱量を用いた場合に比べて、低位発熱量を用いると計算上は5%程度高くなる。一方、電源開発株式会社の実際の発電所での発電効率の公表値では両者の差は2%程度となっている。

2. 日本における石炭火力発電所の環境負荷低減の実績と将来見通しについて

日本においては、水力開発と石炭火力発電推進の国策会社として発足した電源開発株式会社（J-power）が多くの石炭火力発電所を建設し、現在国内では石炭利用技術において豊富な経験を有している。現在日本国内で稼働中の石炭火力発電所は、全国7地点の合計15基で、合計出力は約840万kW（J-power単体）である。火力発電所による発電電力量合計585億kWhのうち石炭火力が576億kWhで98.5%を占める。残りの1.5%は天然ガス火力（8.62億kWh）と地熱発

¹ <http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyuu/resource/pdf/070601.pdf>

² 公益社団法人 日本冷凍空調学会 <http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/153.html>

³ <http://www.brain-c-jcoal.info/coaldb/download/publication/kisoku.html>

⁴ 出光興産「石炭の基礎」2011年2月24日

⁵ <http://www.pref.miyazaki.lg.jp/parts/000141336.pdf>

電所（0.36 億 kWh）である。

同社の J-power グループサステナビリティレポート環境編ダイジェスト 2012 を始めとする公開資料によれば、2007 年以降の同社の火力発電所の発電端での平均熱効率は 40.1～40.6% の範囲にあり、2011 年の実績は 40.6%（総合エネルギー統計（2004 年度版）の換算係数を用い高位発熱量（HHV）実績から推定した低位発熱量（LHV）換算では 41.7%）である。この場合の石炭火力の CO₂ 排出強度は環境省が設定した一般炭の排出係数⁶に基づいて算定すれば約 803g/kWh となる。

（石炭利用施設の CO₂ 排出原単位）

日本の輸入一般炭の CO₂ 排出係数は 90.6 g/MJ に設定（環境省設定値）

→（石炭 1kg 当たりの排出量に換算すると $90.6\text{g/MJ} \times 25.7\text{MJ} = \boxed{2,328\text{g/kg}}$ ）

Cal 換算では、 $90.6 \times 4.1868\text{g-CO}_2/10^{10}\text{kcal} = 0.37927\text{g/kcal}$

→（石炭 1kg 当たりに換算すると $0.37927\text{g} \times 6139\text{kcal/kg} = \boxed{2328\text{g/kg}}$ ）

〔熱効率が X（%）の石炭火力の排出係数〕

〔1kWh 発電に必要な石炭量 Y（kg）〕 $\times 25.7\text{MJ/kg} \times X = 3600\text{kJ}$

$Y = (3600\text{kJ}/25700\text{kJ}) / X = 0.14/X$

→〔排出原単位〕 $= 2,328 \times 10^3\text{g} \times 0.14/X = 325.92/X(\text{g/kWh})$

J-power が自主管理の目標としている火力発電所の硫黄酸化物（SO_x）及び窒素酸化物の排出強度は付表 3-1 に示したとおりである。これは石炭火力が大部分を占める日本の電力会社の、環境負荷管理水準として、中国との対比を行う場合の重要なリフェレンスの数値となる。

付表 3-1 電源開発株式会社の火力発電所の大気汚染物質排出管理実績

	目標	2007～2011 年度実績
SO _x 排出量 （火力発電所発電端末）	0.2g/kWh 程度 （2008 年度以降）	0.16～0.21g/kWh
NO _x 排出量 （火力発電所発電端末）	0.5g/kWh 程度 （2008 年度以降）	0.44～0.50g/kWh
ばいじん排出量 （火力発電所発電端末）	—	0.01～0.02g/kWh

本研究と関連する事項で、電源開発株式会社の石炭火力発電所の運営戦略として重要と考えられるのは、クリーンな石炭火力発電所への技術革新を図りつつ推進するリプレース（建て替え）である。その概要は以下のようにまとめることができる。

①従来型の石炭火力：1960 年代から現在までに、LHV での発電端の発電効率は、40%未満から 45%に向上している。1990 年代前半までは従来型の石炭火力の開発を進めてきたが、1995 年以降に運転を開始した火力（松浦火力 2 号機、橋湾火力 1、2 号機）では超々臨界圧（USC）が導入されている。また 2000 年以降にリプレースされて運転開始した礪子火力新 1 号機と 2 号機

⁶ 輸入一般炭の CO₂ 排出係数 90.6 g/MJ（=2,328g/石炭 kg）

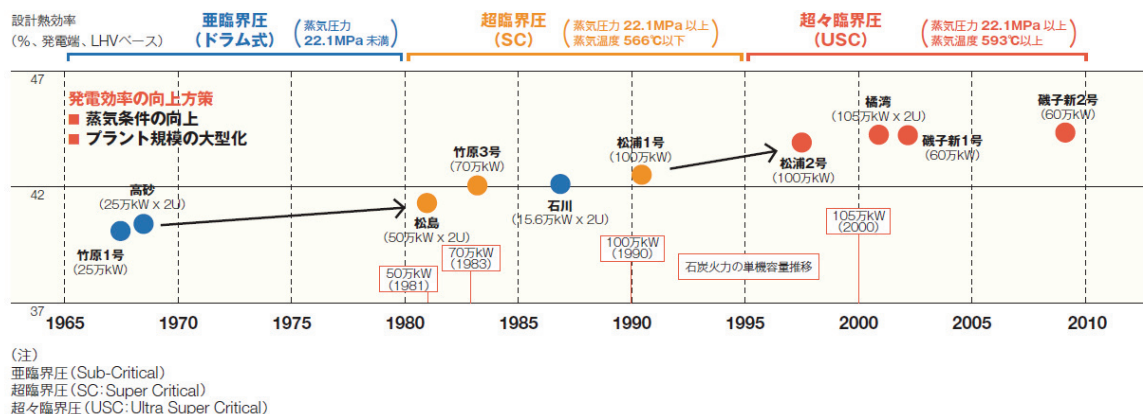
でも USC が導入された。これらの 4 基では高位発熱量基準で 43%，低位発熱量基準で 45% 程度の熱効率が実現された。また、磯子では従来の湿式に代えて活性炭を用いる乾式脱硫法を採用し SO_x 除去率 99% を実現し、従来は NO_x 除去率（アンモニア選択接触還元式）が 80% 程度とされてきた脱硝装置も 91% の除去率を実現（2008 年）している。

さらに、現在環境影響評価が行われている竹原火力新 1 号機のリプレース計画では、SO_x の排出濃度は 18ppm，NO_x 排出濃度は 20ppm，ばいじん排出濃度は 7 mg/m³ とされる。

新 1 号機では、CO₂ 排出量は石炭専焼でも CO₂ 排出は 0.766kg-CO₂/kWh が計画されており、バイオマス燃料を年間約 4,500t 混焼することによって CO₂ 排出量をさらに約 6,400t/ 年削減することも計画されている。この場合の CO₂ 排出原単位は 0.764kg-CO₂/kWh に低下する。

②次世代低炭素化：石炭のガス化を進め、熱効率を高めるための技術開発が志向されている。第一段階として、現在実用化されている微粉炭火力の熱効率 41%（HHV,送電端）から、蒸気温度 700℃級の超々臨界圧（USC）に進めて熱効率を 46%（HHV,送電端）に高める。第二段階として、蒸気温度 1500℃級の石炭ガス化複合発電（IGCC）の導入によって熱効率を 46-48%（HHV,送電端）に高める。さらに第三段階として石炭ガス化複合発電にさらに燃料電池を組み合わせると高効率化を図り 55%（HHV,送電端）以上を目指す。

付図 3-1 電源開発株式会保有の石炭火力発電所の発電効率の改善の経過



以上のような発電効率の向上のほか、CCS の実用化に向けた技術開発も進められている。

3. 中国における石炭火力発電技術の開発・実用化と導入状況

中国の石炭火力発電所の環境負荷低減対策は、スクラップ・アンド・ビルドによって、2005 年以降に急速に進められてきた。第 11 次五カ年計画期間中に、規模が小さく熱効率の悪い老朽火力発電所 7,683 万 kW が廃止さえ、今後も中規模火力発電設備が合計 1 億 kW 程度廃止される予定である。一方で、66 万 kW 級の USC170 基の建設が計画され、すでに半数が稼働を開始している⁷。中国の USC の平均発電効率は、計画値で低発熱量基準の発電端において 44.63% 以上とされ、実際に稼働している外高橋発電所 3 号基（100 万 kW）では 2011 年の実績では、平均発電効率（発電端、低位発熱量基準）が 44.5% となっている。また、中国でも次世代の石炭火力発電所として蒸気温度 700℃ の A-USC の開発が進められており、熱効率 52% 程度（低位発熱量基準）を

⁷ 一般財団石炭エネルギーセンター，ワールドコーレルレポート Vol.5 p121～126

目指している。このように石炭火力発電所の技術に関しては、日中とも大きな差が無いこと、中国のスクラップ・アンド・ビルド方式の採用が、日本のリプレースよりも早いスピードでの新鋭火力発電所の普及を可能にしていることに注目する必要がある。

中国の火力発電所の大気汚染物質の排出規制は付表 3-2 に示したとおりとなっている。本研究で検討対象とした阜新市内の都市エネルギー・インフラ（熱電所、発電所、地域暖房専用プラント）の大気汚染対策のレベルと比較すると、極めて厳しいもので、特に SO_x の排出基準は、日本の最新鋭の石炭火力発電所と同等であることがわかる。

付表 3-2 中国の火力発電所の大気汚染物質排出基準（国家基準）

汚染物質	旧排出基準		新たな排出基準*	
	新設施設に適用	既設、高硫黄石炭、無煙炭	北京、上海等 9 地域に適用**	その他の地域に適用
SO _x (SO ₂ 換算)	400 mg/m ³ 140ppm	1,200 mg/m ³ 420ppm	50 mg/m ³ 17.5ppm	200 mg/m ³ 70ppm
NO _x (NO ₂ 換算)	450 mg/m ³ 220ppm	1,100 mg/m ³ 536ppm	100 mg/m ³ 49ppm	200 mg/m ³ 97ppm
ばいじん	50mg/m ³	200 mg/m ³	20 mg/m ³	30 mg/m ³

*国家基準：2011 年 7 月 29 日公布，2012 年 1 月 1 日から適用。

**北京，上海，広州，瀋陽，山東半島，武漢，長沙，成都，福建

4. 中国のエネルギー利用の推移に関するフレーム（2015 年目標）

（1）発電所の環境保全対策（拘束値）

第 12 次五カ年計画において、発電所に係る環境保全措置として、次のような事項が拘束力のある目標として盛り込まれている。

- ① CO₂ 排出の GDP 原単位（GDP 当たり排出量）を 2010 年比 17%削減する
- ②石炭火力発電の SO₂ 排出原単位を 2.9g/kWh から 1.5g/kWh へ 48%減削減する。
- ③石炭火力発電の NO_x 排出原単位を 3.4g/kWh から 1.5g/kWh へ 56%減する。

（2）電力供給および電源構成について（期待値）

発電設備容量を 9.7 億 kW から 14.9 億 kW へ 54%拡大。

石炭火力を 6.6 億 kW から 9.6 億 kW へ 45%拡大。

水力を 2.2 億 kW から 2.9 億（内揚水 3000 万）kW へ、32%拡大。

原子力を 1082 万 kW から 4000 万 kW へ 2.7 倍増。

ガス火力を 2642 万 kW から 5600 万 kW へ 112%増。

風力発電を 3100 万 kW から 1 億 kW へ 223%増。

太陽エネルギー発電を 86 万 kW から 2100 万 kW へ 23.4 倍増。

第4章

中国東北部の住宅のエネルギー消費実態調査の 結果と考察

第4章 中国東北部の住宅のエネルギー消費実態調査の結果と考察

〔第4章の全体構成について〕

日本ではすでに住宅におけるエネルギー消費に関する基礎的な調査データ整備が進んでおり、家電品の使用方法や、家族の入浴方法や自動車の運転などを含めた様々なライフスタイルに関する、省エネ促進に有効なきめ細かな情報やガイドラインが、省エネを専門的に取り扱っている団体、企業のホームページなどから数多く配信されている。

また、こうした情報は、政府のエネルギー・環境対策の立案にも活用されてきており、また、多くの地方公共団体のホームページでは、温暖化対策の一環として、市民ひとりひとりの日常生活におけるCO₂排出量削減のための行動を励起するための広報活動にも広く用いられている。

一方、中国でも、第1章でみたように、政策方針においては省エネに関する教育と広報活動を通じてグリーンなライフスタイルへの誘導が重要であるとされてきた。また、政府機関が省エネ行動を率先垂範することなどが求められている。しかし、中国の省エネ督励政策は、地域社会、学校、兵営、企業などの団体活動における一般的な省エネ行動を推進することにとどまっており、日本で広く行われているように、直接的に個人の家庭における生活様式にアクセスし、個別具体的な省エネ行動を促すまでには熟していないといえる。

こうした現状を考えると、今後、中国での住宅におけるエネルギー使用の合理化を図り、きめ細かな省エネルギー対策を推進するために、家庭のエネルギー消費実態に関する基礎データを正確に把握する必要がある。

住宅や家庭における省エネは、地域に固有の気候条件や、生活習慣を適切に踏まえて進めることが重要であると考えられる。そこで、本研究では中国東北部の都市住民を対象として、家庭でのエネルギー消費の実態を調査することとした。

本章では、2009年から2013年にかけて中国東北部の諸都市で実施した、住宅でのエネルギー消費に関する3回にわたるアンケート調査と、ワットチェッカー(電力消費測定器)と省エネナビ(家庭総電力消費量計)を用いた電力消費に係る実測調査の結果を集計・分析して示すとともに、日本の状況との比較検討及び日本における類似調査の結果と比較しつつ、中国東北部の家庭用のエネルギー消費の構造的な特性と、省エネの可能性と課題等を明らかにすることを目指す。

本章ではまず、**4.1 阜新市内の68世帯に対するアンケート調査(2009年)**において、阜新市で実施した住宅・家庭エネルギー消費実態調査の設計と実施方法について説明し、調査の結果に基づき、集合住宅及び家庭のエネルギー実態の概況を把握した。

次いで、**4.2 東北部5都市及び北京市におけるアンケート調査(2011~2012年)**では、中国の東北部の5都市と北京市の住民を対象として、家庭におけるエネルギー消費実態と、市民の省エネ意識に関するアンケート調査を実施した。対象世帯数を増やしてより大規模に実施した。このアンケート調査では、経済の発展レベルに対応してライフスタイルにどのような変化が生じつつあり、そのことが市民の省エネ意識にどのように影響しているのかを把握することも企図した。エネルギー消費に加えて、世帯構成、家計状況、住宅環境

などの関連情報と市民の環境意識と省エネ意識についても調査している。アンケート調査の結果を整理して示したうえ、中国東北部の諸都市の住宅におけるエネルギー消費構造の一般的な特性とともに、都市間の消費の差異を各都市におけるエネルギー供給事情の違いに着目しつつ検討を行い、省エネを進める場合の留意点を明らかにする。

さらに、**4.3 東北部 4都市と北京市におけるアンケート調査及び電力消費実態測定・調査（2012～2013年）**では、2012年から2013年にかけて、ワットチェッカー（電力消費測定器）及び省エネナビ（家庭総電力測定器）を用いて実施したものである。この実測調査ではアンケート調査とともに電力消費を実測することに加えて、消費電力量を「見える化」することによる市民意識への影響を分析することも企図している。電力消費量の実測調査の結果を整理して示すとともに、中国東北部の諸都市における電力消費量の家電機器別の内訳や、電力消費の時間的な変動（日内及び週内の変動）の特性を世帯構成と生活パターンやライフスタイルに着目して考察する。また、これらの分析においては、日本で実施された類似調査の結果とも比較対照して検討を行う。

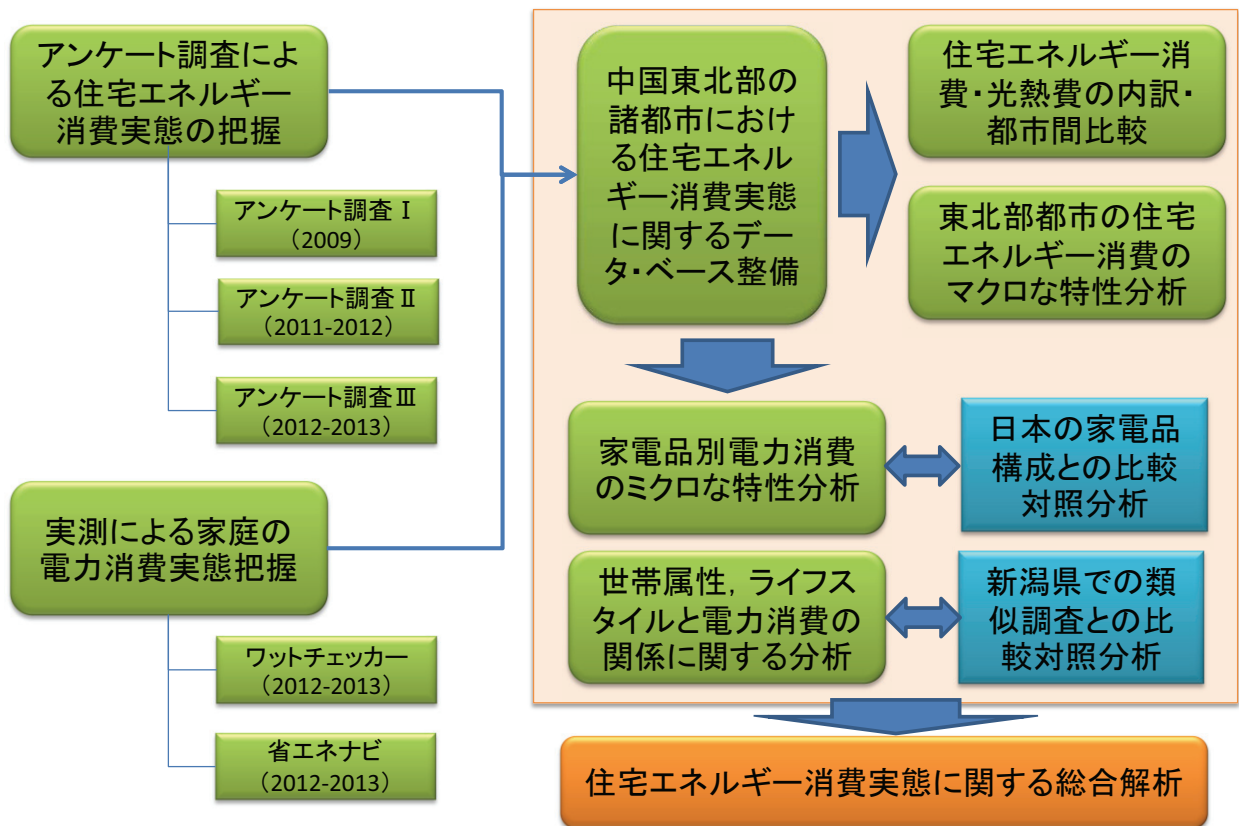


図 4-1-1 第 4 章の全体構成

これらの調査はすべて本研究の対象となっている東北部の諸都市を対象としたものであるが、実施の可能性を開拓しながら進めてきたものである。このため、各アンケート調査の対象都市がそれぞれに異なっているほか、対象とした世帯と対象戸数も異なっている。また、アンケート項目に関しても、毎回のアンケートの回答を分析しながら、逐次、改良を加えてきた。

また、アンケート調査の結果を整理して示したうえ、中国東北部の諸都市の住宅におけ

るエネルギー消費構造の一般的な特性とともに、都市間の消費の差異を各都市におけるエネルギー供給事情の違いに着目しつつ検討を行い、省エネを進める場合の留意点を明らかにする。

4.1 阜新市内の 68 世帯に対するアンケート調査（2009 年）

中国ではいまだに農村と都市との経済格差が大きい、都市部では近年、市民の生活レベルは著しく向上し、一戸建てから集合住宅へとライフスタイルが急速に変化しつつある。阜新市では1990年代から、集合住宅化が進み、厨房へのガス供給と地域暖房の導入も進められてきた。さらに近年、テレビ、冷蔵庫、給湯器などの家庭電化製品の普及も急速に進んでいる。1990年代以降、阜新市の人口はほぼ横這いである(図4-1-2)が、一人っ子政策の浸透と集合住宅への住み替えが核家族化を促進している(図4-1-3)。これにともない家庭部門のエネルギー消費が急増しているが、現在の阜新市では住宅建設が優先され、行政側も市民側も省エネ対策の意識は十分でない。

本調査では都市生活者の家庭部門のエネルギー消費の実態を把握し、省エネルギー推進のための有効な指針を得るために、2009年11月に阜新市内の2つの住宅区(海州区、細河区)の住民に対して、戸別訪問によりアンケート調査を行ったものである。

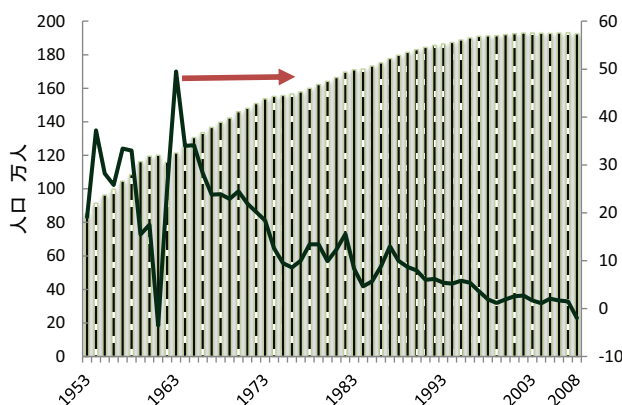


図 4-1-2 阜新市の人口増加と人口増加率

出所：阜新市統計年鑑¹

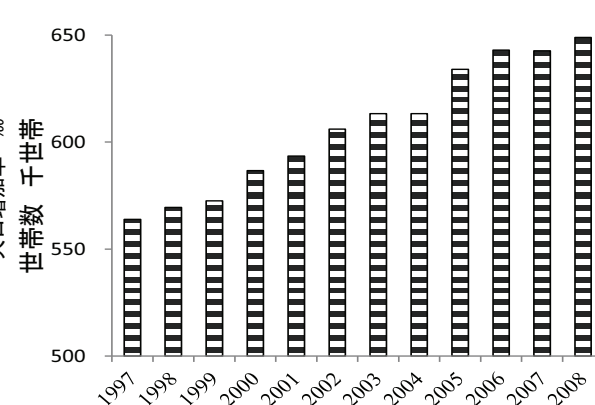


図 4-1-3 阜新市の人口増加と人口増加率

出所：阜新市統計年鑑¹

4.1.1 調査の趣旨、設計及び実施方法

第一回目の調査は、阜新市内の2つの住宅区(海州区、細河区)の集合住宅に居住する住民を対象に2009年11月に実施した。

調査項目は世帯の基本的な属性、住宅面積のほか、エネルギー(電気、ガス、地域暖房)使用量及び光熱料、電化度を知るため家電製品の保有状況については詳細な質問項目を用意した、また、自家用車燃料消費量について聞いているほか太陽光発電と太陽熱利用の状況についても聞いている。アンケート調査の概要は表4-1-1に示している。実施方法は、戸別訪問してアンケート調査(調査票の日本語訳を表4-1-2に示す。)の内容を説明し、回

表 4-1-1 阜新市内の 68 世帯に対するアンケート調査の概要

区 分	調査方法及び項目	備 考
調査実施時期	2009 年 11 月 1 日～30 日	
調査対象住宅	阜新市内住宅地域の 2 地区（海州区，細河区）の住宅 68 世帯（194 人）	
住宅の設備等	①全て集合住宅 ②地域暖房が導入されている ③厨房に供給されるガスは炭層ガス*	* 炭鉱で発生するメタンを主成分（90%）とする燃料ガス
調査項目	①世帯人数，②世帯収入，③住宅の床面積， ④電気消費量・料金（月別），⑤ガス使用料金（年間），⑥地域暖房使用料金（冬暖房期間計），⑦自家用車燃料消費量（年間），⑧クリーンエネルギー（太陽光発電，太陽熱）利用状況，⑨家電製品の保有状況（テレビ，冷蔵庫，給湯器等 12 品目）	自家用車燃料の消費量は回答数が少なく，通勤に使用する場合には燃料費を勤務先が負担するケースが多い。このため 2 回目以降の調査では自動車燃料に関する質問は除外した。
調査票配布・回収方法	戸別訪問してアンケート用紙を配布し，記入用紙を回収	

表 4-1-2 阜新市内の 68 世帯に対するアンケート調査原票（日本語訳）

阜新市住宅エネルギー消費調査表										番号			
家庭人数		人	住所（区、団地名）							家電品の保有	家電品名	数	定格出力
住宅面積		m ²									テレビ		
2008 年年間世帯当たり所得		人民元									洗濯機		
年間電力消費量		kWh	1 月電力消費		5 月電力消費		9 月電力消費		給湯器				
2 月の消費量		kWh	2 月電力消費		6 月電力消費		10 月電力消費		冷蔵庫				
8 月消費量		kWh	3 月電力消費		7 月電力消費		11 月電力消費		エアコン				
年間電気代		元	4 月電力消費		8 月電力消費		12 月電力消費		照明				
冬季の暖房利用方式に○をつけてください。	A. 地域暖房		B. 個別暖房		C. 個別と地域暖房併用								
年間暖房費用		元	備考(補助金等)								炊飯器		
熱供給先名称								会社	電子コンロ				
2 月の平均室内温度		°C	備考								温水器		
年間都市ガス利用の費用	都市ガス	元	備考								パソコン		
	ボンベ	元	備考							熱帯魚水槽			
自家用車の燃料消費	ガソリン	L	費用				元		その他				
	ディーゼル	L					元						
	炭層ガス	L					元						
	その他	L				元							
再生エネルギー利用	太陽光発電	kWh	電力消費削減										
	太陽熱給湯器	有 無											
	その他												

答の記入を依頼するか又は筆者自らが回答内容の記入を行った。対象とした住宅は，筆者本人及び友人を通して協力が得られた住戸であって，阜新市内の標準的な集合住宅から選定したものである。最終的にアンケート用紙が回収できたのは 68 世帯（世帯人数計 194 人）となった。

4.1.2 阜新市内の 68 世帯に対するアンケート調査結果に関する考察

1. 世帯属性と住居環境

2009 年の阜新市内での調査では対象とした 68 世帯の全てから、家族人数、床面積、世帯収入、光熱費についての回答を得ることができた。しかし、家電品の保有状況については回答が得られたのは 20 世帯だけであった。本アンケート調査への回答の概要をまとめると表 4-1-3 のとおりである。

世帯の家族人数は 1～5 人（平均 2.9 人）で、3 人家族が 35 世帯と最も多い。一戸当たりの床面積は約 43～164m²で、このうち 8 割にあたる 55 戸は 50m²以上 100m²未満に集中している。

世帯収入は 7,200～150,000 元/年（平均 35,400 元）と 20 倍の開きがある。中国の都市生活者の一人当たり年間収入は平均 11,300 元(2008 年)であるから、アンケート対象の 68 世帯は全国の平均レベルと同程度となる。

表 4-1-3 アンケート調査の結果概要

項目	基礎条件			電気		地域熱供給 料金 元/年	ガス 料金 元/年	光熱 累計 元/年
	人口	住宅面積 m ²	年間所得 元	使用電量 kWh/年	電気料金 元/年			
最大値	5	164	150,000	3,400	1,680	4,264	1,220	5,944
最小値	1.00	43	7,200	400	200	1,107	0	1,647
一世帯 平均値 (68 世帯)	2.85	76	35,402	1,417	706	1,970	301	3,042
一人当たり (194 人)	-	27	12,409	497	247	690	105	1,066
光熱費の 世帯収入 に対する 平均比率%	-	-	-	-	2.0	5.6	0.8	8.4

2. 光熱費及びその世帯収入に占める比率

世帯当たりの光熱費（電気、ガス及び暖房費の合計）は、およそ 1,650～5,940 元/年の範囲にあり、平均では約 3,040 元である。このうち、地域暖房費（地域暖房供給の補助金¹は顧慮に入れない場合）は 1,107～4,264 元で最も大きく、世帯平均でみると光熱費全体の 64%を占めている。次いで電気料金が 200～1,680 元/年で、世帯平均では光熱費の 23%程度である。また、ガス料金については炭層ガスが供給されているが、全世帯の平均でみると 10%程度となる。

また、各世帯の光熱費が収入に占める比率は 68 戸全体の平均値でみると 8.4%程度になるが、世帯別に比率を算定して平均をとるとは 12%程度になる。さらに後者の数字を用いて世帯収入と光熱費率の関係をみると次のようなことになる。

収入が低い世帯では光熱費が 30%以上に達するものもあり、収入が高まるほどその比率は小さくなる傾向にあり、そして最も収入が高い世帯ではその比率は 3%程度にとどまっている（図 4-1-4）。こうした傾向は、地域暖房料金の設定方法によってもたらされる。第 3 章でみたように地域暖房費は、住宅の床面積 1m²当たり暖房供給期間の 5 か月間計で 26

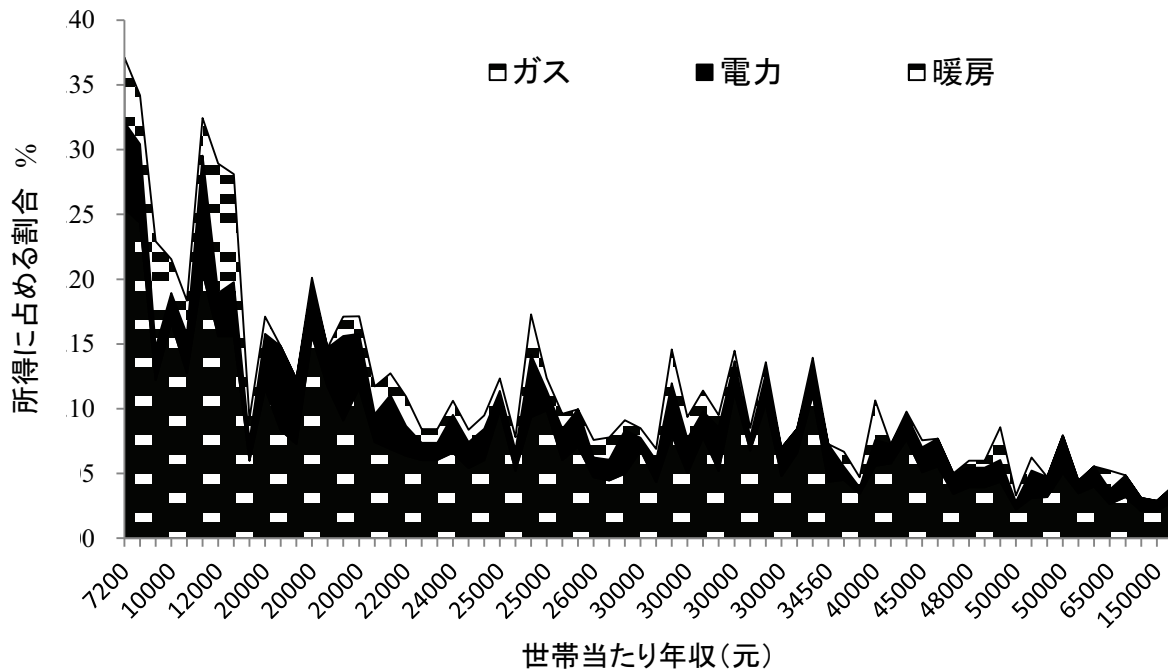


図 4-1-4 光熱費が世帯所得に占める比率（暖房補助を考慮に入れない）

元に固定されており，例えば 43m²の住宅では 1,118 元／5 か月間となり，164m²の住宅では 4,264 元／5 か月間となる．この結果，光熱費は購入住宅の床面積に大きく左右されることになる．また，阜新市の世帯の平均的な収入に比べれば，地域暖房料金はかなり高いものとなっており，寒冷地における暖房費が電気料，ガス料に比べて重いものであることがわかる．

[阜新市調査のまとめ]

地域暖房が完備された快適な集合住宅の購入は，自家用車や家電品と並んで，現在では中国の東北部を含む寒冷地の都市生活者にとってはステータス・シンボルとなっているが，床面積によって決定される地域暖房費は住宅購入に伴う管理費的な性格をもつことになる．

それと同時に第 3 章でも見てきたように，現在の地域暖房システムの設計上，各戸に熱量調整つまり温度調整機能がついていないものが多いため，各世帯の努力によってエネルギー消費や暖房費用の節減できない．このため，住民は暖房熱については所与のものとして受けとめ，留守中でも，使っていない部屋でも常に暖房することに慣れ，省エネの意識が生まれにくい．また，省エネ意識を持っていてもそれを実行できない状況にあり，暖房に関しては省エネのインセンティブが働かない構造になっている

なお，本調査の結果からは，電気・ガス料金とも暖房値に比べて小さいこともあり，エネルギー種別の消費量との間には有意な相関性は見られなかった．また，世帯収入とエネルギー消費量の間にも相関関係は見られないことが分かった．

アンケート項目うち，家電品の保有状況について回答が得られた 20 世帯についてみると，テレビ，冷蔵庫，洗濯機，電気炊飯器は全世帯に普及し，電気給湯器とパソコンは 18 世帯に普及しているが，エアコン保有は 5 世帯に止まっている．

阜新市で電気給湯器が多く用いられるのは，ガス方式に比べて小型であるため，集合住

宅を購入した後に設置するのに適しているためである。こうした理由のほか、安全性の低い CO 都市ガスが供給された時期にガス漏れ事故への懸念が市民の間に残ったために、安全性が高い電気給湯器が普及したと思われる。

以上をまとめると、阜新市内の家庭でのエネルギー消費に関するアンケート調査の結果から、世帯収入に占める光熱費の比率は平均で約 8.4%であり、このうち地域暖房費は平均 5.6%で、光熱費の 2/3 を占め、収入が低い世帯にとって暖房費は家計の大きな負担となっているといえる。

家庭部門の省エネを促進するためには、地域暖房に温度調節機能を始め、料金を従量制に変更するなどのシステム改善を図ることが急務であるが、これは単なるシステム改善による効果が期待されるだけでなく、市民の省エネ意識を触発し、省エネ行動を実現する上で重要である。

4.2 東北部 5 都市及び北京市におけるアンケート調査（2011～2012 年）

第二回目の調査は、中国の東北部の 5 都市と北京市の住民を対象として、家庭におけるエネルギー消費実態と、市民の省エネ意識に関するアンケート調査を実施した。本調査の対象世帯数を増やしてより大規模に実施した。このアンケート調査では、経済の発展レベルに対応してライフスタイルにどのような変化が生じつつあり、そのことが市民の省エネ意識にどのように影響しているのかを把握することも企図した。

具体的な対象都市は、遼寧省、吉林省及び黒竜江省の 3 省の省都（瀋陽市、長春市及び哈尔滨市（ハルビン市））、遼寧省の大連市及び阜新市の 5 都市と首都北京市である。

いずれも集合住宅に居住する世帯を対象に実施した。今回の調査において、2009 年の阜新市での調査の経験を踏まえ、調査内容の充実を図るため、広範で具体的な質問項目を設定した。

4.2.1 東北部 5 都市及び北京市におけるアンケート調査概要

アンケート項目は大別すると、①家族構成等（世帯人数、収入・支出）、②住宅環境（住宅面積、築後年数）、③月別光熱水費（通年 12 か月分）、④家電品（2009 年の阜新市での調査項目に乾燥機、アイロン、DVD プレイヤー、電気毛布などを加えた計 17 品目）保有状況のほか⑤省エネ意識（省エネ行動）についても調査することとした。

調査は 2011 年 9 月 10 日～10 月 30 日に実施したが、光熱水費に関する月別データの回答率が低く、年平均のみの回答が多かったため、これら月別データを中心として補完調査を 2012 年 5 月 15 日～6 月 15 日に実施した。

アンケート調査は、協力が得られた世帯に対して、調査票をメールで配信し、メールでの返信で回答を得るか、戸別訪問をして調査票を配布し、回収する方法によって実施した。

配信または配布した調査票は 500 世帯であったが、回収できた件数は計 121 件であった。アンケートの実施は知人を通じて協力が得られたものを対象としているため、サンプルの代表性の検討が必要となる。このため、回答を集計する過程で、各都市の代表的な住宅の面積や立地条件・設備等と、回答が得られた家庭の住宅条件を突合して、代表性の検証を行った。具体的には、回答中の住宅面積に関しては集合住宅の大部分を占める 40m²～200m² の範囲にあるもののみを分析対象とし、また、一人当たりの収入額を中国政府が公表している各都市の平均可処分所得と照合しつつ、両者の差を考慮して代表性について考察を加えることとした。

また、回答項目数が少なく、家族構成、住宅環境など基本的な情報が得られないものも集計から除外した。その結果、最終的に集計対象としたのは 100 世帯（都市別の内訳：北京市 25 世帯、瀋陽市 13 世帯、大連市 8 世帯、阜新市 29 世帯、長春市 20 世帯、哈尔滨市 5 世帯）である。また、住宅の正確な面積及び光熱水費の項目別に詳細内訳に関して回答が得られたのは、北京市 19 世帯、瀋陽市 12 世帯、大連市 8 世帯、阜新市 27 世帯、長春 9 世帯、哈尔滨 5 世帯の計 80 世帯であった。このために、集計及び分析項目に応じて対象世帯が異なっている。

表 4-2-1 東北部 5 都市及び北京市におけるアンケート調査の概要

区分	調査方法及び項目	備考
調査対象都市	瀋陽市,大連市, 阜新市, 長春市, 哈尔滨市,北京市	
住宅の設備等	①全て集合住宅 ②地域暖房が導入されている ③厨房に供給されるガスは都市ガス（天然ガス又は炭層ガス）もしくは液化石油ガス（LPG）	
調査実施方法	調査票をメールで配信,戸別訪問して配布・回収.	
調査実施時期	(当初調査) 2011年9月10日~10月30日, (補完調査) 2012年5月15日~6月15日	補完調査では月別光熱水費を重点は把握
配信・配布した調査票数	500世帯以上	メールで配信, または個別訪問配布
回収件数	計 121 件	
集計対象外とした回答	住宅面積が 40m2 未満の一戸と, 200m2 を超える一戸 回答項目数が少なく,エネルギー消費に関して十分な情報が得られない回答	集計対象外件数 21 件
集計件数	計 100 世帯(282 人)(都市別の戸数:北京市 25 戸,瀋陽市 13 戸,大連市 8 戸,阜新市 29 戸,長春市 20 戸,哈尔滨市 5 戸)	ただし, 光熱水費に関する分析の対象としたのは 80 戸である.
調査項目	①家族構成等(世帯人数,収入・支出)②住宅環境(住宅面積,築後年数)③光熱・水道費(月別)④家電品保有状況(18品目)⑤省エネ意識(省エネ行動)(詳細分析は第5章で行う)など.	

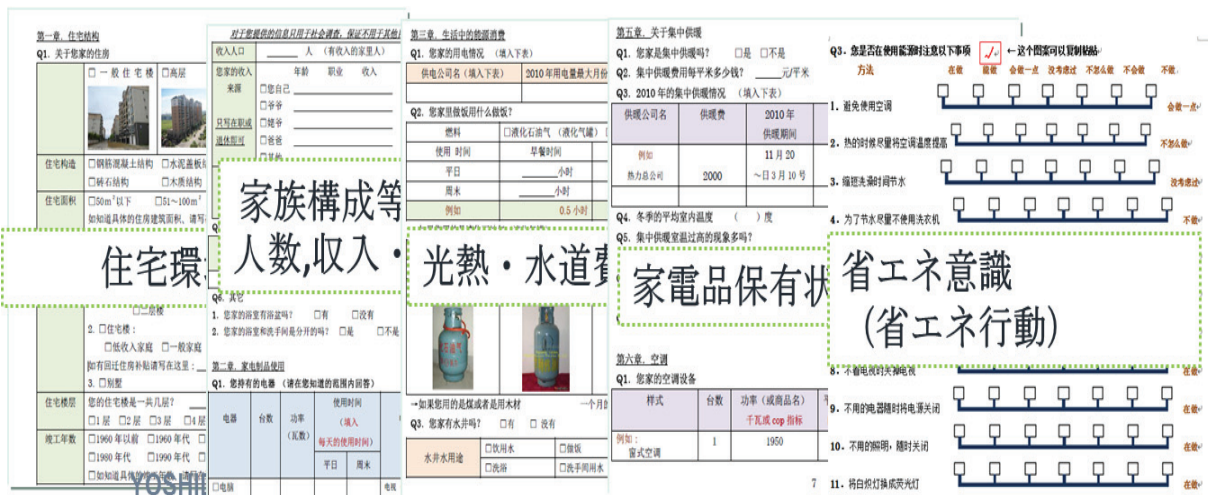


図 4-2-1 東北部 5 都市及び北京市におけるアンケート調査の原票（日本語訳）添付 1

4.2.2 東北部 5 都市及び北京市におけるアンケート調査結果に関する考察

1. 調査対象 6 都市の概要とライフスタイル

政府の統計資料に基づけば、表 4-2-2 及び 4-2-3 に示したように本調査の対象とした 6 都市のいずれにおいても世帯平均人口は 3 人を下回っており、一人当たりの可処分所得は北京市の約 3 万元/年を最高に、瀋陽市と大連市で 2 万元強/年、阜新市では 1.27 万元/年とかなりの開きがある。

住居環境についてみれば、6 都市とも人口の増大と住宅の近代化を図るため、集合住宅化が進められており、大多数の市民は集合住宅に居住しており、一戸建て住宅の居住者はごくわずかである。

6 都市間の富裕度に違いはあるものの、集合住宅の条件（面積、水道・電気・ガス

表 4-2-2 調査対象 6 都市（2010 年現在）

都市名	面積 (km ²)	人口(万人)	都市全体 GDP (億元)	GDP (元/人・年)	第一次・第二次・第三次産業比率(%)	大気環境状況 (濃度単位mg/m ³ : 年日平均)
北京市 寒冷地	総面積 16,411 市区面積 12,187	総人口 1257.8 市区人口 1187.1 一世帯当たり人数 2.45(2000年:2.91)	14114	一人あたりGDP 75943 都市人口可処分所得 29073	0.88 24.01 75.11	SO ₂ : 0.032mg/m ³ NO ₂ : 0.057mg/m ³ PM10: 0.121mg/m ³
瀋陽市 遼寧省 厳寒地	総面積 12,980 市区面積 3,471	総人口 719.6 市区人口 515.4 一世帯当たり人数 2.65(2000年:3.04)	5017	一人あたりGDP 62357 都市人口可処分所得 20541	4.64 50.42 44.94	SO ₂ : 0.058mg/m ³ NO ₂ : 0.035mg/m ³ PM10: 0.101mg/m ³
大連市 遼寧省 寒冷地	総面積 12,574 市区面積 2,568	総人口 586.4 市区人口 304.2 一世帯当たり人数 2.63(2000年:2.99)	5158	一人あたりGDP 77704 都市人口可処分所得 21293	6.69 51.88 42.43	SO ₂ : 0.030mg/m ³ NO ₂ : 0.030mg/m ³ PM10: 0.060mg/m ³
阜新市 遼寧省 厳寒地	総面積 10,355 市区面積 490	総人口 192.4 市区人口 78.8 一世帯当たり人数 2.79(2000年:3.25)	379	一人あたりGDP 20819 都市人口可処分所得 12711	24.46 41.82 60.13	SO ₂ : 0.048mg/m ³ NO ₂ : 0.034 mg/m ³ PM10: 0.094mg/m ³
長春市 吉林省 厳寒地	総面積 20,604 市区面積 4,789	総人口 758.9 市区人口 362.8 一世帯当たり人数 2.65(2000年:3.04)	3329	一人あたりGDP 43936 都市人口可処分所得 17822	7.59 51.66 40.74	SO ₂ : 0.030mg/m ³ NO ₂ : 0.044mg/m ³ PM10: 0.089mg/m ³
哈尔滨市 黒竜江省 厳寒地	総面積 53,068 市区面積 7,086	総人口 992.0 市区人口 471.8 一世帯当たり人数 2.89(2000年:3.27)	3665	一人あたりGDP 36951 都市人口可処分所得 17556	11.26 37.78 50.96	SO ₂ : 0.045mg/m ³ NO ₂ : 0.054mg/m ³ PM10: 0.101mg/m ³

出典:都市統計年鑑 2011, 第六回人口普查, 都市統計公報に基づき筆者作成
注: 年日平均: 日平均濃度の年間平均値

表 4-2-3 1 人当たり住宅用エネルギー供給量(2011 年) 単位: GJ/年

	北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市
電力	3.88	1.92	1.44	0.63	1.09	0.81
ガス	1.28	0.67	1.24	0.56	0.97	0.55
LPG	2.74	0.72	3.24	1.43	1.09	1.65

出典: 都市年鑑 2011² から算定した。

供給設備，厨房，浴室，トイレなど）はある程度標準化されていて，住宅面積は概ね40m²～200m²の範囲にある。また，都市別の住宅のエネルギー消費量と人口数の統計データに基づき，一人当たりの住宅用エネルギー供給量を算定すると表4-8のとおりとなる。

ただし，この表のエネルギー消費量には地域暖房による熱供給は含まれていない。

2. アンケート調査の回収状況に基づく住居環境の都市間比較

100戸の回答に基づき，住居環境の概要，また，100戸の世帯の属性（住宅の延床面積，住宅構造，住宅築年，世帯人数，世帯当たり年間所得）分布を図4-2-2に示した。集合住宅の延床面積については北京市だけは100～200m²の比較的広い面積の住宅が48%と約半数を占め，51～100m²の範囲のものが40%となっている。一方，他の都市では住宅の延床面積が51～100m²の範囲にあるものが最も多い。具体的には，瀋陽市で62%，大連市で63%，阜新市で62%，長春市で55%，そして哈尔滨市では80%である。しかし，1人当たりの平均的な住宅面積を算定すると，阜新市を除いて都市間でさほど大きな差はみられない。

また，住宅の建物の築後経過年数をみると，どの都市でも2000年以降に建てられた住宅が最も多く，すべての都市で50%以上を占めている。また，北京市中心部では2005年以降，建設ラッシュが鈍化して新築年数が減少したが，ほかの都市では逆に新築数が伸びつつあることがわかる。住宅構造については，都市化の進行によって従来のコンクリートブロック造りに代わって，近年はRC構造の集合住宅が主流となっており，6都市のすべてで50%以上を占めている。世帯人数については3人家族が最も多い。前述の阜新市の調査でもそうであったが，これは1978年から始まった中国政府の一人子政策の結果であり，中国では基本的な家族構成である。回答を得た世帯の年間所得をみると，6.6万元以上（80万円相当）の高額所得者の割合が最も高いのは北京市で96%，次いで大連市の89%，瀋陽市の54%，長春市の52%，哈尔滨市で20%，阜新市11%の順となっていて都市間で大きな開きがある。

また，表4-2-4に示した家族一人当たりの年間所得と表4-2-4に示した都市別の一人当たりの可処分所得と比べると，北京市と大連市では比率が2倍，その他の4都市は1.3～1.5倍となった。これはアンケート調査の対象者が各都市の中心部に住む世

表4-2-4 アンケート調査結果の概要

項目	北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市	合計
アンケート調査戸数	25	13	8	29	20	5	100
世帯人員数合計(人)	69	40	21	81	57	14	282
一世帯平均人数(人)	2.76	3.08	2.63	2.72	2.85	2.80	-
一人当たり平均所得 (元/年)	55,978	25,531	43,574	17,674	26,573	24,771	-
一人当たり平均 住宅面積(m ²)	35.63	36.90	32.10	28.90	35.90	34.20	-

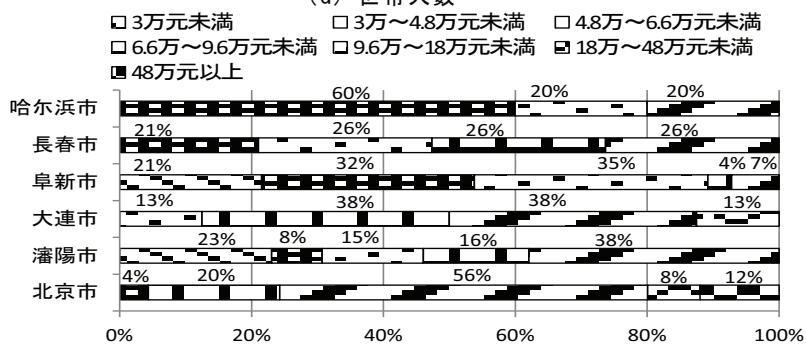
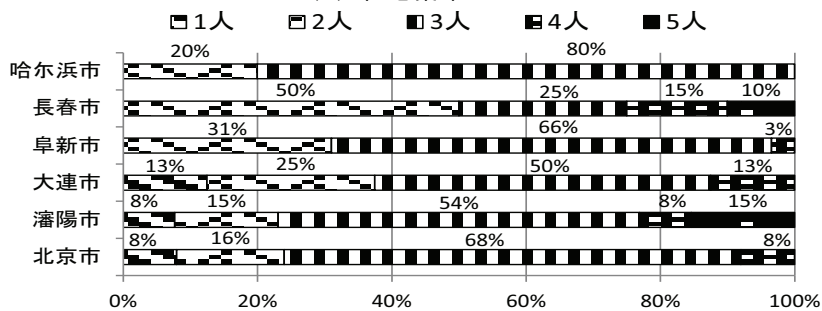
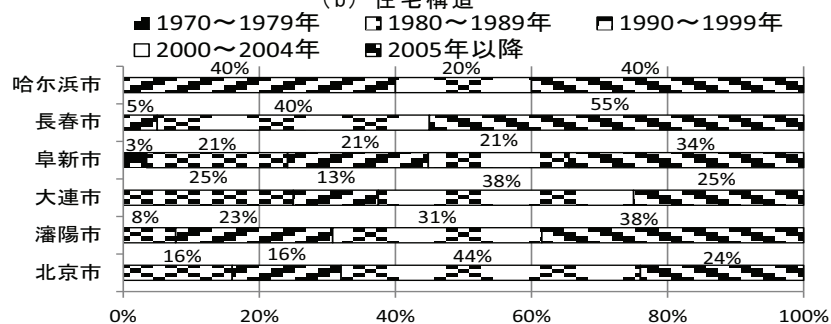
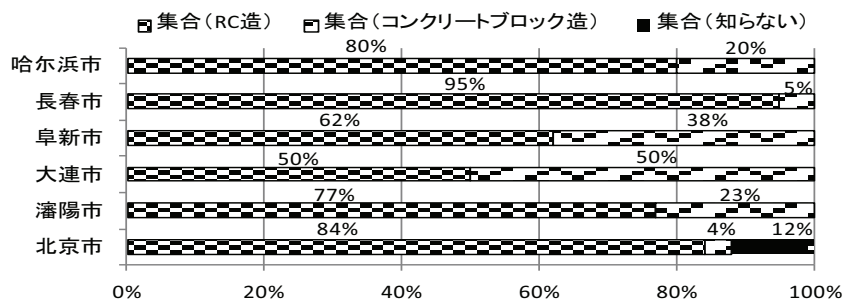
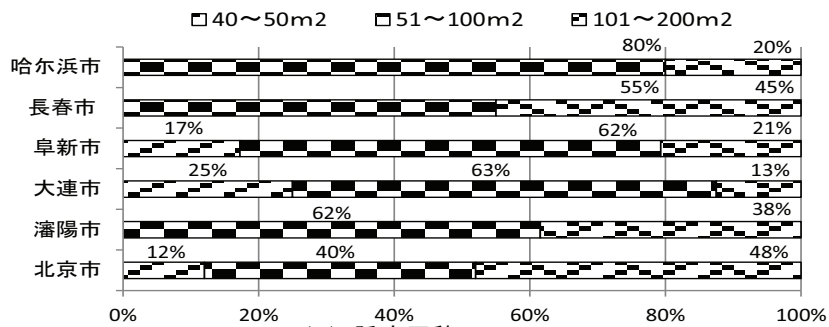


図 4-2-2 回答世帯の属性

帯であることもあり，アンケートの回答者が平均よりも裕福な世帯であったといえる。ただし，表 4-2-4 に示された各都市の一人当たりの年間所得の序列が，アンケート結果の序列と同じであることから，都市の経済レベルと一致していることがわかる。

なお，アンケートによる一人当たり年間所得と政府の可処分所得の公表値は都市間で異なっているものの，住宅面積の区分別の分布には大きな違いはないのは，住宅を含めた物価の差が存在しているためといえる。

3. 世帯当たりの光熱費及びエネルギー消費量の都市間比較

ここでは，エネルギー消費の詳細が把握できた 80 世帯について光熱水費とエネルギー消費量を集計する。図 4-2-3 の下欄に示すように各都市の世帯当たり月平均の光熱水費が世帯所得に占める比率を比較すると，光熱水費率が低いのは北京市の 4.4%と大連市の 3.9%で，他の 4 都市では哈尔滨市が 7.5%で最も高く，瀋陽市と阜新市でも 7%を超え，長春でも 5.9%となっている。光熱水費の内訳は図 4-2-3 のとおりであり，このうち最も比率が高いのはいずれの都市でも地域暖房費で，全都市で 50%を超えている。6 都市中，比率においても絶対額においても最も高いのは哈尔滨市である。電気代とガス代の比率は北京市，瀋陽市，大連市の 3 都市では 2：1 となっているが，阜新市，長春市，哈尔滨市ではガス料金が少ない。電気料金は各都市とも光熱水費の 1/4 を占めており，ガス料金の支出については各都市間で大きな差がみられる。

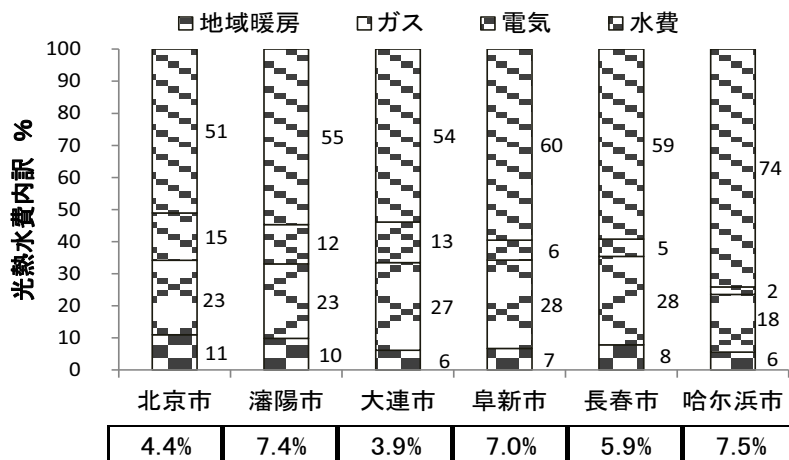


図 4-2-3 住宅の光熱水費の内訳及び所得に対する比率

また，清華大学建築節能研究中心（清華大学建築省エネ研究センター）の報告³に示された北京を含む東北地方の都市を対象とした調査から得られた，地域暖房の平均的な熱原単位(141.6kWh/m²/年)を用い，アンケートで得られた光熱費に基づいて世帯当たりの年間の電気・ガス消費量を推算すると図 4-2-4 のようになる。これからわかるように地域暖房供給の熱消費は全都市の家庭でエネルギー消費の 64～84%を占めている。

地域暖房システムの熱源単位に関しては，清華大学の報告に基づく東北地方の平均的な数値しか得られなかったが，都市別に代表的な地域暖房プラントの運転実績に基

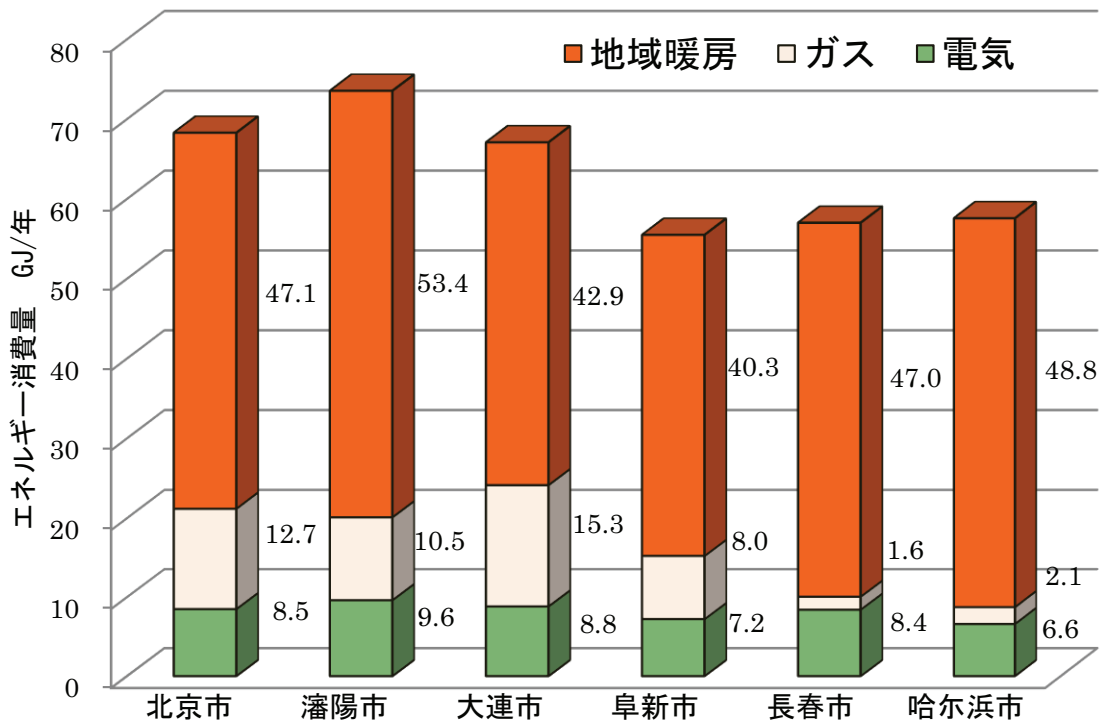


図 4-2-4 世帯当たりの年間エネルギー消費量と内訳

づいて熱原単位を都市別に推定して、都市別の熱量をより正確に算定する必要がある。これは今後の課題としたい。

4. 家電品・ガス器具等の普及状況

アンケート調査で得られた 6 都市の家電品の、世帯当たりの平均保有台数及び保有率は表 4-2-5 のとおりである。ここで「平均保有台数」とは、回答世帯が保有する家電の種類ごとの合計台数の回答を得た世帯数で除したものであり、「保有率」とは回答世帯数のうち少なくとも一台を保有する世帯数の割合である。各都市のテレビの保有率は 100% を超え、液晶テレビの保有率は阜新市を除いてブラウン管テレビより高い。冷蔵庫と洗濯機もすべての都市で保有率が 100% に達している。

パソコンは中国の家庭における IT 化の進捗を示す代表的な機器で、2000 年以降急速に普及してきた。アンケート結果によると情報の入手、学習・仕事への活用、娯楽等を求めて各市ともに普及率は 100% に近く、一世帯当たりの台数はいずれの都市でも 1 台以上となっている。

風呂、台所、洗面所への給湯に用いている大型の給湯器については、6 都市間でほとんど差がなく 8 割の世帯が保有している。給湯器の熱源には電気、ガス、太陽熱の 3 種類があり、北京市以外の 5 都市では電気給湯器の利用が圧倒的に多い。これを前述の 2009 年の阜新市での調査結果も含めて判断すると、電気給湯器が小型であること、都市ガスの普及及び供給されるガスの種類が影響してことのほか、電気給湯器の安全性が高く操作が簡単であることに起因するものと考えられる。一方、北京市では

ガス給湯器と電気給湯器の比率が 6:4 となっているが、これは都市ガス（従来は CO ガス）の天然ガス化が進んで安全性が高まったことと、料金が格安であるためと考えられる。阜新市内では 2003 年以降急速に炭層ガス（炭層から発生するメタンを主成分とするガス）の供給が進んでいるにもかかわらず、ガス給湯器の保有台数が少ない。これは都市ガス供給の改善（CO ガスから炭層ガスへの転換）に関する情報発信が不足していることと、器具の変換に時間を要しているためである。

中国は太陽熱給湯機の最大生産国であるが、天気状況・設置場所等の外部要因に影響されるため、給湯器は安定性に欠ける。そのため都市部を対象とした今回の調査では普及率は低い。またエアコンは北京市での普及率が特に高く、東北地方の 5 都市の 4 倍となっている。冬季の暖房は地域暖房に依存するため、エアコンの利用は主に夏季（6 月下旬から 7、8 月）と、集中暖房の運転が始まる前の 10 月に集中している。夏の暑さがさほどでない東北の都市でも生活の快適性を追求してエアコンが普及しつつあり、統計データによると東北地方のエアコン普及率は 2000 年の 1% から 2010 年には 17% まで上昇した。

そのほか、東北地域の特徴的な家庭用製品として飲水機と電気毛布がある。阜新市と瀋陽市では半数以上の世帯が飲水機を保有する。これは乾燥地域の断水への備えであると同時に、水の安全性を求める市民意識によるものと考えられる。また、季節品の電気毛布の保有は冬季の気温が低い阜新市、長春市、哈尔滨市では保有台数が高い。50 ワット～100 ワットの定格消費電力を持つ電気毛布は一晩中（6 時間以上）使用する世帯にとっては無視できない電力消耗品である。

表 4-2-5 都市別家電品等の一世帯平均保有台数と保有率

項目	北京市		瀋陽市		大連市		阜新市		長春市		哈尔滨市	
	平均保有台数	保有率	平均保有台数	保有率	平均保有台数	保有率	平均保有台数	保有率	平均保有台数	保有率	平均保有台数	保有率
エアコン	1.9	92%	0.5	46%	0.4	38%	0.3	28%	0.4	30%	0.2	20%
パソコン	1.7	100%	1.6	100%	1.6	100%	1.0	97%	1.4	100%	1.0	100%
テレビ	1.4	100%	1.4	100%	1.0	100%	1.0	100%	1.2	100%	1.2	100%
・液晶	0.8	80%	0.6	85%	0.8	75%	0.5	45%	0.8	85%	0.7	80%
・ブラウン管	0.3	36%	0.4	54%	0.3	25%	0.5	55%	0.2	20%	0.3	40%
冷蔵庫	1.0	100%	1.0	92%	1.0	100%	0.9	93%	1.0	100%	1.0	100%
洗濯機	1.0	100%	1.0	100%	1.0	100%	0.9	93%	1.0	145%	1.0	100%
電子レンジ	1.0	100%	0.9	92%	0.5	50%	0.5	48%	0.7	65%	1.0	100%
炊飯器	1.0	92%	1.1	92%	1.0	100%	1.0	100%	1.0	100%	1.0	100%
給湯器	0.8	76%	0.9	92%	1.0	100%	0.8	79%	0.9	85%	0.6	60%
・電気	0.4	32%	0.8	77%	0.9	88%	0.9	76%	0.9	75%	1.0	60%
・ガス	0.6	48%	0.1	8%	0	0	0	0	0.1	5%	0	0
・太陽熱	0	0	0.1	8%	0.1	13%	0.1	3%	0.1	5%	0	0
掃除機	0.5	52%	0.4	38%	0.1	13%	0.2	21%	0.5	45%	0.2	0
飲水器	0.4	32%	0.6	62%	0.4	38%	0.5	52%	0.4	40%	0	20%
電気毛布	0.2	20%	0.4	38%	0	0	0.5	31%	0.5	35%	0.4	40%

注:上表に示した以外の調査家電品目:加湿器,乾燥機,アイロン,金魚水槽, DVD プレイヤー,ゲーム機,扇風機等。

5. エネルギー消費に関する詳細データが得られた 80 世帯についての都市間比較分析

住宅の正確な面積及び光熱水費の項目別内訳に関しても情報が得られた 80 世帯からの回答に基づいて、住宅のエネルギー消費を、世帯の属性との関連や都市間の差異に着目して考察する。調査対象とした 6 都市間の間でも冬季の寒冷度に差異があるが、その一方、サンプル数が十分でない都市もあり、個別都市間の比較は難しい面がある。こうした点を考慮して、経済水準が特段に高い北京市と、厳寒地域に位置する瀋陽市、阜新市、長春市及び哈尔滨市の 4 都市、そして寒冷度が他の 4 都市よりもやや穏やかで、所得水準が北京に近い結果となった大連市の三つの都市（群）に区分して比較検討することとした。世帯属性、光熱費、エネルギー消費を暖房期の平均気温とともに集計すると表 4-2-6 のとおりである。

都市（群）間で比較してみると、東北 4 都市の世帯所得は北京市と大連市の 6 割弱とかなり開きがあるものの、住宅価格の差を反映して平均延床面積には大差がない。

地域暖房料金は北京市内の一部を除き延床面積当たりの価格が固定されており、1 暖房期間の料金は暖房期間が長いこともあって約 40 元/m²である哈尔滨市を除き他の 5 都市では 23～29 元/m²の範囲にあり、都市（群）間であまり大きな差がない（第 3 章 3.1 参照）。地域暖房費が光熱費と住宅エネルギー消費量の相当部分を占め、平均所得が低い都市（群）ほど地域暖房費の比率が高まる逆進性となっているが、固定料金であるために地域暖房に対する市民の省エネ意識が働きにくい構造となっていることは大きな問題である。第 3 章でも見たように、現在中国では新築住宅と改造住宅について熱計量器の設置と熱従量制料金の導入を図りつつあり、2020 年までにはかなりの改善が見込まれる。

一方、電気・ガスのエネルギー消費量及び光熱費は、都市（群）内分析においても都市（群）間比較においても、住宅面積、世帯人数、世帯所得のいずれに対しても強い相関性は見られなかった。また、世帯当たりの年間の電気代とガス代の平均値と（平均値±標準偏差）を、地域暖房費とともに都市（群）ごとにプロットすると図 4-2-5

表 4-2-6 都市（群）間の世帯属性及びエネルギー消費比較
（エネルギー消費の詳細データが得られた 80 世帯を集計）

項目	北京市 N=19		大連市 N=8		東北4市 N=53	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
延床面積 (m ²)	92	28	84	35	89	29
世帯人数 (人)	2.7	0.8	2.6	0.9	2.8	0.8
世帯所得 (元/年)	112,104	40,596	112,200	53,604	62,736	33,912
光熱費計 (元/年)	4,416	1,356	4,092	1,224	4,020	1,584
地域暖房費	2,532	840	2,352	984	2,604	1,164
電気代	1,152	624	1,188	360	1,092	456
ガス代	732	612	552	252	324	432
エネルギー消費計 (GJ/年)	68.3	21.1	67.1	20.5	60.0	18.3
地域暖房熱消費	47.1	14.3	42.9	17.9	45.2	14.9
電力消費	8.5	4.6	8.8	2.7	7.9	3.3
ガス消費	12.7	10.6	15.3	6.9	6.9	8.6
暖房期間平均気温 (°C)	5.5		4.7		-1.5	

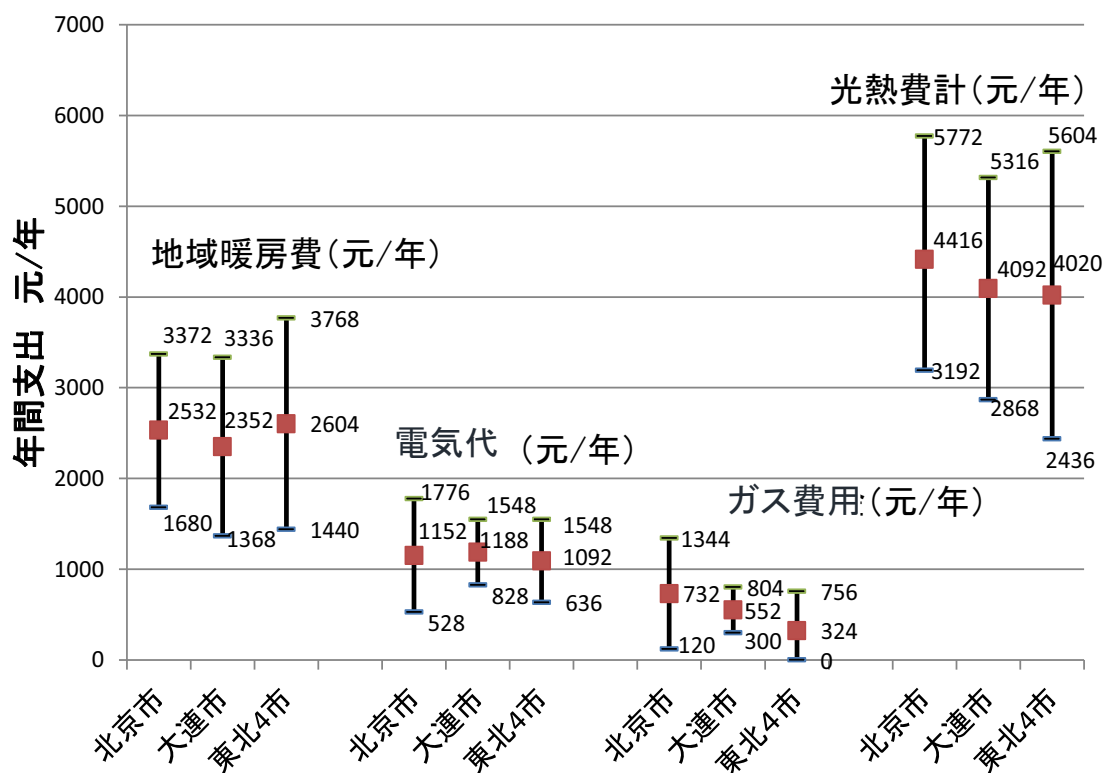


図 4-2-5 世帯当たり年間光熱費の都市（群）間比較

表 4-2-7 都市間のエネルギー消費の比較

項目	北京市 N=19		大連市 N=8		東北4市 N=53	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
延床面積 (m ²)	92	28	84	35	89	29
世帯人数 (人)	2.7	0.8	2.6	0.9	2.8	0.8
世帯所得 (元/年)	112,104	40,596	112,200	53,604	62,736	33,912
光熱費計 (元/年)	4,416	1,356	4,092	1,224	4,020	1,584
地域暖房費	2,532	840	2,352	984	2,604	1,164
電気代	1,152	624	1,188	360	1,092	456
ガス代	732	612	552	252	324	432
エネルギー消費計 (GJ/年)	68.3	21.1	67.1	20.5	60.0	18.3
地域暖房熱消費	47.1	14.3	42.9	17.9	45.2	14.9
電力消費	8.5	4.6	8.8	2.7	7.9	3.3
ガス消費	12.7	10.6	15.3	6.9	6.9	8.6
暖房期間平均気温 (°C)	5.5		4.7		-1.5	

のようになる。図 4-2-5 及び表 4-2-7 から、エネルギー消費量としても金額としても、電気の消費については都市（群）間で大きな差異がないのに対して、ガスの消費は東

北 4 都市では北京市，大連市と比較して小さいことがわかる．東北 4 都市の中でも長春市と哈尔滨市は特にガスの消費が少なくなっている．

電力消費が比較的均一であるのは，電気暖房器具や電気給湯器の普及など寒冷地に固有で必要な電気製品の使用が，家電品の普及率が特に高い北京市の電力使用との差を縮める結果になっていると考えられる．また，電気・ガス料金の差異がこうした消費傾向をもたらす原因とも考えられる．電気料金の単価は 0.485～0.488 元/kWh（北京，大連，阜新）から，0.500～0.525 元/kWh（瀋陽，哈尔滨，長春）と 1 割以内の差の範囲にとどまっており，また，所得にかかわらず集合住宅化によって電力は必須のエネルギー源となっていることから，いずれの都市（群）でも同程度の電力消費量及び電気代となっていると考えられる．

一方，ガスについては都市によって発熱量（長春のみ 15MJ/m³ 程度であるが，他は 35～38MJ/m³）においても，料金（北京，瀋陽，長春，哈尔滨では 2.0～2.4 元/m³ であるが，阜新，大連ではそれぞれ 1.0 及び 1.4 元/m³）においてもかなりの開きがあり，ガスの利用環境が 6 都市の間でかなり異なっていることがわかる．なお，アンケートの回答を得た世帯の多くが都市ガスの供給を受けており，LPG を使用している世帯はごく少なかった．

[6 都市調査のまとめ]

本調査で得られた主な結論とそれに関する考察をまとめると以下のとおりである．

(1) 東北 5 都市と北京市の住宅エネルギー需要の対比

北京市と東北地方の 5 都市の住宅エネルギー消費を対比的にみると，北京市では所得水準の高さを反映して，家電品等のエネルギー使用機器の保有率，エネルギー消費水準とも特別に高い．一方で，東北 5 都市の家電品等の購買意欲はむしろ北京市民よりも高く，今後の所得水準の上昇に伴って家電品等の保有率とエネルギー消費量が北京市レベルに次第に接近していくと見込まれる．

(2) エネルギー消費の都市間比較

北京市と東北 5 都市の住宅の光熱水費は，高所得である北京と大連を除き，厳寒地域の東北 4 都市では家計収入に占める比率が 6～7.5% に達している．

特に負担の大きな項目は地域暖房費で，全都市において全光熱水費の 50% 以上を占め，また，住宅エネルギー消費量の 64～84% を占める．しかし，今回の調査対象の住宅では地域暖房費は住宅の延床面積によって料金が決定されるため，暖房に対する市民の省エネ意識が働きにくい構造となっており，料金体系の改善が必要となっている．

電力消費量は北京市とその他の 5 都市とで大きな差がない．これは北京市及び東北 5 都市の電気料金に大きな差がなく，集合住宅では電気は必須のエネルギー源となっているほか，寒冷地に固有で必要な電気製品の使用が，家電品の普及率が特に高い北京市の電力使用との差を縮める結果になっているものと考えられる．

一方，ガス料金の設定は 6 都市間で 2 倍以上の開きがあり，供給されるガスの種類も異なっていて利用環境にはかなりの差異がある．こうした理由によってガスの消費量の都市間の差は大きいものとなる．

**(参考) 住宅の近代化としての集合住宅建設とその標準設計,
都市のライフスタイル中国の集合住宅の代表的な間取り図**

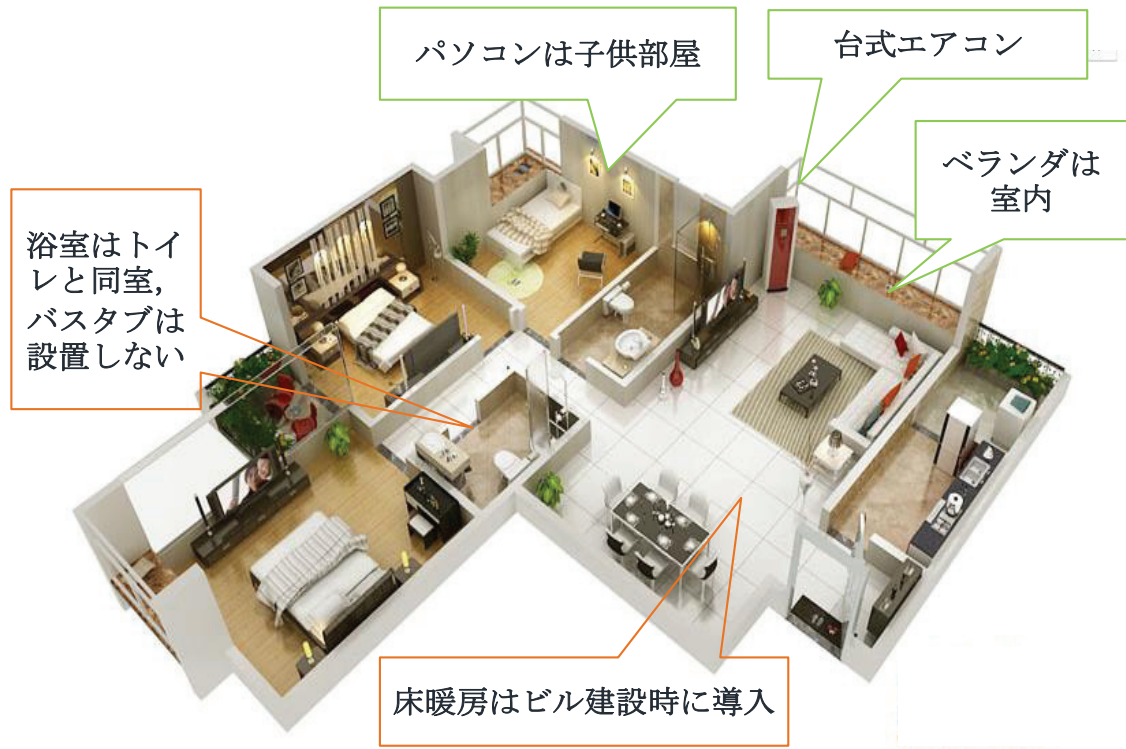


図 4-2-6 集合住宅の間取り図

出所：搜房房地產 soufun ホームページ <http://www.soufun.com/>

4.3 東北部 4 都市と北京市におけるアンケート調査及び電力消費実態測定・調査 (2012～2013 年)

4.3.1 東北部 4 都市と北京市の電力消費量実測調査とそれに伴うアンケート調査

第 3 回目のアンケート調査は、家庭の電力消費の実測調査と並行して、対象住宅の居住者に対し実施した。対象とした都市は遼寧省の瀋陽市、大連市及び阜新市と吉林省の長春市並びに北京市の 5 都市で、各都市それぞれ 5 世帯計 25 世帯を対象とした。

アンケート項目は、居住環境に関する全般的な事項、世帯構成、家電品の保有状況のほか、従来の省エネ意識と、本調査に参加し消費電力の計測を経験した後の省エネ意識の変化や節約行動への意欲等に関してアンケート調査を実施した。アンケート項目は表 4-3-1 のとおりであり、また、調査は 2012 年 10 月 21 日～2013 年 1 月 31 日（ワットチェッカーによる実測期間中）にかけて実施した。

本調査では、実測調査に「見える化」効果をもたせており、住民が実測を通じて省エネ意識を高めることができるかどうかを把握しようとする点で、4.1、4.2 は異なる性格のアンケート調査になっている。

表 4-3-1 東北部 4 都市と北京市の電力消費量実測調査に伴うアンケート調査の概要

区分	調査方法及び項目	備考
調査実施時期	2012 年 10 月 21 日～2013 年 1 月 31 日	
調査対象住宅	瀋陽市,長春市及び哈尔滨市, 大連市及び阜新市の 5 都市と,首都北京市内の集合住宅 25 世帯	
住宅環境	住宅面積, 築後年数, 階数	
世帯の特徴	家族構成, 世帯人数, 労働人口, 収入・支出	
家電品保有状況	品目, 保有数, 消費電力	
省エネ意識	環境問題への関心, 日常における資源節約行為	第 5 章に詳細
電力測定体験	電力消費に関する感想, 省エネ意識の高まり	第 5 章に詳細

■ USB ワットチェッカーを用いて家電を測定してみる。

①家電品消費電力 (定格出力)

電圧 () V USB ワットチェッカーで測定できる

位置	電器の種類	消費電力及び 定格出力	台数
リビングルーム	テレビ		
	パソコン		
	冷蔵庫		
	エアコン		
	電気ヒーター		
洗面所	扇風機		
	コンボイネントス		
	電気給湯機		
	ガス給湯機		
厨房	洗濯機		
	電気温水便		
	小浴室 (熱水)		
	電気炊飯器		
	電子レンジ		
その他	ウォーターサーバー		
	小型給湯機		
	クッキングヒーター		
	フード付き換気扇		
その他	洗浄機		
	加熱式容量く		
	電気水槽ヒーター		
	電気毛布		

位置	電器の種類	消費電力及び 定格出力	台数
リビングルーム	照明器具		
	電灯		
	電灯		
	電灯		
	電灯		
	電灯		
	電灯		
洗面所	電灯		
	電灯		
	電灯		
	電灯		
厨房	電灯		
	電灯		
	電灯		
	電灯		
寝室 1	電灯		
	電灯		
寝室 2	電灯		
	電灯		

テレビ 1	消費電力
設置場所	テレビ
測定時間	消費電力
例	120w
月曜日	
火曜日	
水曜日	
木曜日	
金曜日	
土曜日	
日曜日	

調査 5 今回の調査を通じて、わかったこととこれまでに気が付かなかった節電方法について、ご感想などを自由にお記入ください。

1. 電力消費測定器を用いた調査についての意見

2. 電力消費量を測定して感じたこと、気づいたこと

3. その他

図 4-3-1 東北部 4 都市と北京市の電力消費実態調査に伴うアンケート調査原票
添付ファイル「IV-添付 2-東北部 4 都市と北京市の電力消費実態調査に伴うアンケート調査 (日本語訳)」を参照されたい。

1. 電力消費量実測の調査方法と狙い

東北 4 都市と北京市の集合住宅 25 世帯を対象に、主要な家電機器の電力消費量を実測したもので、この調査は第 3 回目のアンケートと同時に実施した。この調査では、数か月にわたって家電品ごとの電力消費量を詳細に把握することに努めた、また、測定に用いる電力測定器が電力消費量をリアルタイムで表示する機能をもっていることを利用して電力消費を「見える化」し、居住者自らに電力消費量を記録してもらうことによって、省エネ意識にどのような変化が生じるかについて考察することも目指した。

遼寧省の瀋陽市、大連市、阜新市、吉林省の長春市及び北京市の計 5 都市の集合住宅に居住する 25 世帯を対象に、住宅に二種類の電力測定器（ワットチェッカー（29 台）、省エネナビ（3 台））を配置し、居住者が自らの消費電力を計測して消費電力の記録を作成するよう依頼した。また、アンケート調査（4.1.1（3））を通じて、過年度の電力消費量（検針値）を把握し、実測調査との整合性をチェックした。なお、今回の実測調査では、市販の簡易な電力測定器を用いることによって、専門家が介入しなくてもある程度正確な電力消費の測定ができるという簡便さを重視して調査計画を設計した。



表 4-3-2 使用した電力測定器の仕様

測定器の型式	使用台数	測定器の性能等
ワットチェッカー-USB型 (北電儀表社製) 写真左上	25台	瞬間値、累積電力量表示。内部メモリ無。
ワットチェッカー-S300 (易福潤徳北京社製) 写真右上	4台	瞬間値、累積電力量表示。内部メモリ付(2か月)。
省エネナビS400 (易福潤徳北京社製) 写真右下	3台	配電盤に設置し、累積電力量表示 内部メモリ付 配電盤に設置して使用。写真左下

写真：電力測定器および設置場所

2. 消費電力量の実測調査の詳細とデータ集計の流れ

使用した電力測定器はワットチェッカー29台及び省エネナビ3台で、いずれも中国製である。型式・性能は表 4-3-2 のとおりである。ワットチェッカーは一つ一つの家電品の消費電力を計測するもので、省エネナビは家庭内の総電力消費量を計測するために用いた。ワットチェッカーのうち、4台は内部メモリ付きで二か月分のデータを SD カードに保存できるタイプのものであるが、他の 25 台は手作業によって消費電力量を記録してもらう必要がある。また、省エネナビ 3 台も内部メモリが二か月分のデータを SD カードに保存できるタイプのものである。SD カードの読み取り専用ソフトをインストールすることによりデータをパソコンで読み取ることができる。

(1) ワットチェッカーを用いた電力消費実測調査

計 29 台のワットチェッカーのうち、メモリ無しのワットチェッカー25台は、5都市

の集合住宅に居住する世帯それぞれ 5 戸を選定して配置した。5 戸の選定に当たっては家族人数が 2 人・3 人・4 人の世帯を含むように工夫した。ワットチェッカーを用いた電力計測は、週ごとに指示した順序に計測対象とする家電品を変更して行い、各戸に事前配布した記録表に①家電品の種類と定格、②毎日の使用時間数、③消費電力量を記録してもらった。

なお、メモリー付きの 4 台のワットチェッカー（S300）は次に述べるように、北京市内で選定した省エネナビを配置した世帯に併せて設置し、総電力量計測と並行して主要な 4 種の家電品に装着して長期的測定を実施することにした。

実測期間は 2012 年 10 月 21 日～2013 年 1 月 10 日の 81 日間（ただし、メモリー付きの 4 台のワットチェッカーは 2013 年 1 月 21 日までの 92 日間）である。また、この期間において計測対象とした家電品のローテーションは表 4-3-3 のとおりである。

（2）省エネナビによる世帯総電力消費の長期連続計測

北京市、瀋陽市、阜新市の 3 市でワットチェッカーを配置した世帯の中からそれぞれ一戸を選定し、合計 3 台の省エネナビを家庭の配電盤に設置して各世帯の総電力消費量の長期連続測定を実施した。また、北京市の 1 戸についてはテレビ、エアコン、冷蔵庫及び洗濯機にそれぞれメモリー付きワットチェッカー（S300）を装着し、これら家電品ごとの電力消費量を省エネナビでの実測期間を通じて長期的に測定した。各住宅の事情や計測器の調整の都合から計測の実施期間はそれぞれ異なっており、北京市内の住宅では 2012 年 11 月 26 日～2013 年 3 月 31 日、瀋陽市では 2012 年 10 月 22 日～2013 年 1 月 13 日、阜新市では 2012 年 11 月 26 日～2013 年 1 月 6 日である。

表 4-3-3 ワットチェッカーによる計測対象家電品のローテーション

期間	計測対象 家電品	期間	計測対象 家電品
2012年10月 21日～27日	テレビ	2012年11月 25日～12月1日	給湯器
2012年10月 28日～11月3日	パソコン	2012年12月 2日～8日	小型給湯器・ 炊飯器
2012年11月 4日～10日	冷蔵庫	2012年12月 9日～15日	IH・レンジ
2012年11月 4日～10日	エアコン	2012年12月 16日～23日	電気毛布
2012年11月 11日～17日	電気 ヒーター	2012年12月 24日～31日	水槽 ヒーター・
2012年11月 18日～24日	洗濯機	2013年1月 1日～8日	電気便座・ 食器洗器

3. 調査方法の事前説明及びデータの回収方法

電力の実測調査及びアンケート調査の実施に先立ち、2012 年 9 月 6 日から 20 日までの 2 週間にわたり、協力が得られた世帯を戸別訪問し、省エネナビ・ワットチェッカーの設置・操作方法、パソコン入力によるデータの記録方法等を説明するとともに、アンケート調査票を配布しつつ調査趣旨と実施方法を説明した。

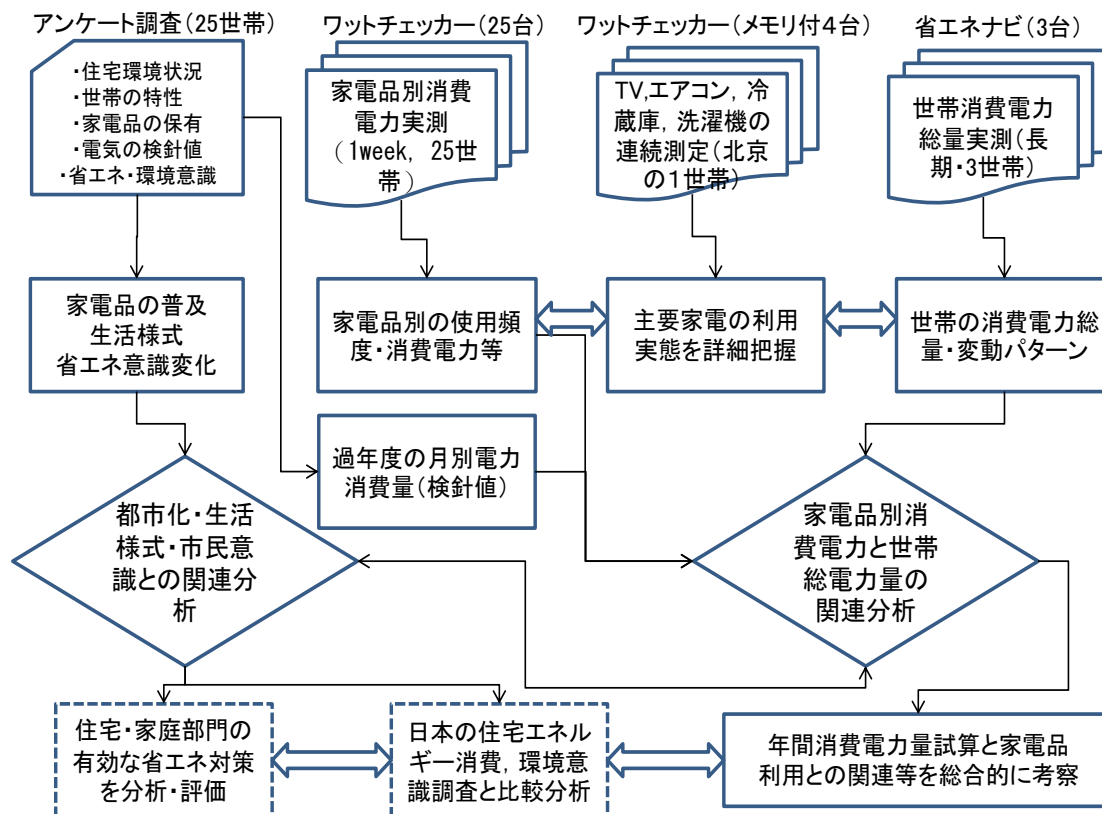


図 4-3-2 住宅における電力消費実測及びデータ集計の流れ

記録データとアンケートへの回答は電子メールで送信してもらう方法によって回収した。調査対象世帯（省エネナビ配置 3 世帯，ワットチェッカー配置 25 世帯，調査票配布 25 世帯）のすべてから回答を得ることができた。なお，アンケートの回収は 2013 年 1 月 16 日から 1 月 31 日まで，データの回収は 2013 年 1 月 16 日から 1 月 31 日にかけてと，4 月 22 日から 4 月 30 日にかけての二回行っている。

4.3.2 東北部 4 都市と北京市の電力消費実測に伴うアンケート調査結果解析

本節では東北部 4 都市（瀋陽市，大連市，阜新市及び長春市）と北京市内の各 5 世帯，計 25 世帯の協力を得て，電力消費量の実測調査を実施する際に同時に行ったアンケート調査の結果に関する考察を行う。なお，このアンケート調査のうち電力測定における「見える化」が環境意識，省エネ意識に与えた影響に関しては，第 5 章において考察を行うこととしている。

ここで，本実測調査で対象とした 25 世帯のうち 8 世帯は，4.2.2 に示した東北部 5 都市及び北京市における集計対象の世帯と重複しており，したがって，世帯属性，住宅属性，家電品保有状況のいずれについてもほぼ同様の結果が得られている。

1. 東北部 4 都市と北京市における家庭の電力消費量の実測結果に関する考察調査対象とした世帯の住宅環境及び世帯属性

電力消費量の実測及びアンケート調査を実施した 25 世帯（各都市 5 世帯）の住宅環境と家族特性を整理すると表 4-3-4 のようになる。本調査の対象住戸もいずれも集

表 4-3-4 調査対象 25 世帯の住宅環境及び世帯属性の都市別集計

項目	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	北京市	平均
世帯人数計 人	15	15	15	14	16	75
(平均人数)	(3)	(3)	(3)	(2.8)	(3.2)	(3)
年齢 歳	1 - 58	1 - 59	1 - 80	2 - 58	1 - 66	1 - 80
(平均年齢)	(38)	(42)	(44)	(31)	(41)	(39.2)
延床面積 m ²	90 - 125	67 - 130	65 - 100	60 - 116	70 - 180	60 - 180
(平均面積)	(100)	(108)	(80)	(91)	(108)	(97)
一人当り m ²	26 - 47	22 - 65	18 - 50	20-52	23 - 60	15 - 70
(平均面積)	(33)	(36)	(27)	(33)	(35)	(36)
住宅建築年	1999-2012	1995-2011	1992-2005	2003-2012	1985-2012	1985-2012
世帯所得 万元/年	12	14	9	11	25	14

表 4-3-5 世帯当たり家電品保有状況の都市別集計

項目		瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	北京市	平均
テレビ	台数 台	1.4	1	1.6	1	1.4	1.28
	消費電力 W	124	170	104	123	149	134
パソコン	台数 台	1.2	1.2	1.2	1	1.8	1.28
	消費電力 W	86	82	92	79	117	92
冷蔵庫	台数 台	1	1	1	1	1	1
	稼働時平均 消費電力 W	95	115	113	89	96	102
エアコン	台数 台	0	0.2	0	1	0.8	0.4
	消費電力 W	0	1500	0	1000	1575	815
洗濯機	台数 台	1	1	1	1	1	1
	消費電力 W	548	860	408	316	380	502
給湯器 (電気)	台数 台	0.8	0.8	1	0.2	0.4	0.64
	消費電力 W	1875	1475	1840	2000	2250	1888
電気 ヒーター	台数 台	0.2	0	0.4	0.2	0	0.16
	消費電力 W	477	0	1030	1466	0	595
炊飯器	台数 台	1	1	1	1	1	1
	消費電力 W	510	776	683	555	689	643
IH	台数 台	0.6	0.2	0.8	0.8	0	0.48
	消費電力 W	2000	800	1612	1850	0	1252
電子 レンジ	台数 台	0.6	0.6	0.4	0.8	1	0.68
	消費電力 W	1233	950	982	1250	1210	1125
水槽 ヒーター	台数 台	0	0.2	0.2	0	0	0.08
	消費電力 W	0	25	223	0	0	50
電気毛布	台数 台	0.2	0	0.4	0.6	0	0.24
	消費電力 W	80	0	143	50	0	55
その他の調査家電品目：小型給湯器（キッチン用小型給湯器・ポット・飲料水加熱ポット等の給湯器），レンジフード，扇風機，食器洗い，電気便座。							

合住宅である。4.2節で述べた2つのアンケート調査結果と同様に、家族構成では3人家族が多く、住宅の延床面積は都市間で大きな差が無いことが特徴である。世帯所得に関しては東北4都市の間には大きな差が無いが、北京市との間にはかなりの格差がある。また一人あたりの住宅面積は阜新市を除き、ほかの都市間の差が小さい。住宅の築工年を見ると2000年以降に建築した住宅が最も多くなっている。

また、回答を得た全25世帯のデータに基づき、世帯当たり家電保有台数をアンケート結果に基づいて集計すると表4-3-5のとおりである。主要3品目（テレビ、冷蔵庫、洗濯機）についてはどの世帯も保有している。なお、家電品の消費電力（W）と一世帯当たりの保有台数の都市別の平均値も表4-3-5に併せて示した。ここで家電品の消費電力の値は、定格値ではなく、今回の実測調査の中でワットチェッカーを用いた測定で得られた結果である。

2. ワットチェッカーを用いた家電品別の消費電力の実測結果

ワットチェッカー測定の欠測率は全体を通じて低く（1.0級精度規格）、いずれも依頼した世帯の都合によるもので、機器の故障によるものではなかった。ワットチェッカーによる家電品の消費電力量の実測結果に基づいて、消費電力が相対的に大きい家電品である冷蔵庫及び給湯器と、使用時間に都市間で差がみられると推定されたテレビとパソコンの消費電力を、月間値に換算して集計すると表4-3-6のとおりである。月間値の算定に当たっては、実測データをそのまま用い、また、各家電品の一週間の曜日ごとの利用時間の変動や電力負荷の時間変動を考慮した。

冷蔵庫については、消費電力の測定結果を月間消費量に換算すると25～32kWh(25世帯平均値は27.8kWh)であった。

電気給湯器については、25世帯のうち16世帯が電気を熱源とする給湯器（貯湯方式・急速加熱式）を保有している。中国東北部では利用可能なガスの種類や料金が都市ごとに異なっており、COガスは集合住宅では特に危険を伴うため、給湯器に利用しない家庭が多い。天然ガスが供給されている北京市内の3世帯ではガス給湯器が使用されている。電気給湯器の使用に伴う電力消費量は、実測に基づけば月間35～75

表 4-3-6 ワットチェッカーでの実測に基づく主要家電の月間消費電力量の都市別集計

項目	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	北京市	平均
冷蔵庫 kWh/月 (常時使用)	28	32	28	25	26	27.8
給湯器 kWh (保有件数 件)	40 (4)	35 (4)	40 (5)	75 (1)	36 (2)	45.2
使用時間 h/月	20	22	17	36	16	22.2
テレビ kWh	9	19	15	9	21	14.6
使用時間 h/月	77	104	139	71	116	101.4
パソコン kWh	12	5	17	4	20	11.6
使用時間 h/月	140	63	157	104	152	123.2

注：ワットチェッカーを装着して実測した各世帯の一台の家電の消費電力

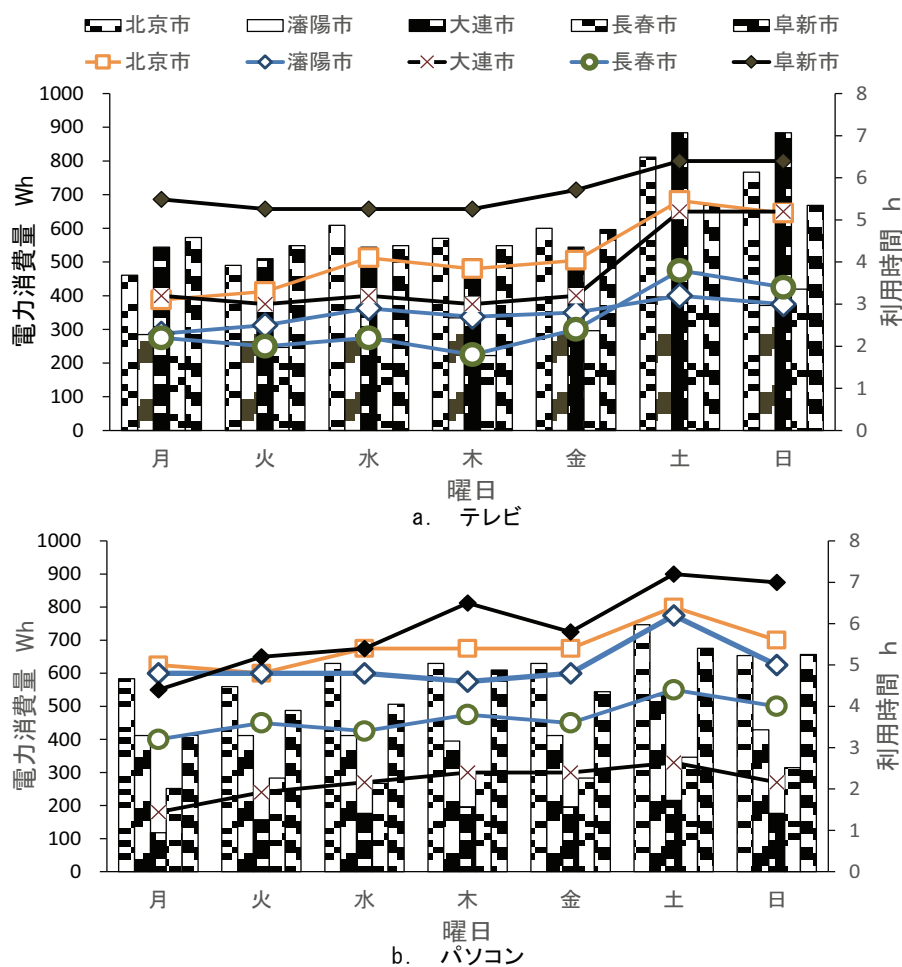


図 4-3-3 テレビ・パソコンの使用時間と電力消費量
注：棒グラフは電力消費量，折れ線グラフは利用時間である。

kWh(16世帯の平均値は45.2kWh)と推定され、ワットチェッカーで測定したものの中では消費電力が最も大きな家電品となった。

また、テレビとパソコンについては、都市別の一世帯当たりの平均保有台数(表4-3-5参照)を重みづけして、一日当たりの使用時間と電力消費量の週内変動を示すと図4-3-3.a及び4-3-3.bのようになる。テレビとパソコンの合計使用時間で見ると、対象世帯の年齢層が高かった阜新市と都市化が進んだ北京市で長く、どの都市においても週末(土日)の利用時間多いなど、各都市に共通の生活様式といくつかの都市に特徴的な傾向が見える。

なお、長春市でパソコンの利用時間が長く、電力消費量が低いのは小型パソコンを保有しており、また、在宅時間が長い阜新市のある世帯ではパソコンがテレビ代わりに使用されているため、パソコンの電力消費量が多くなったものである。

3. 省エネナビによる消費電力の長期連続測定の結果

省エネナビを用いた3世帯の総消費電力の長期連続測定の結果と、このうち1世帯

表 4-3-7 省エネナビによる総電力消費測定対象の世帯属性

項目	A世帯 (北京市)	B世帯 (瀋陽市)	C世帯 (阜新市)
世帯の特徴	20歳代 夫婦世帯 男性は会社勤務 女性は大学研究生	30歳代 夫婦と乳児1人 共働き・男性の 帰宅は遅い 女性は産休中で 終日在宅	40-50歳代 夫婦世帯 共働き 自炊が多い
収入 万元/月	1.2-1.4	1.2-1.4	0.8-1
住宅面積 m ²	90	90	100
家電品 保有状況	主要家電品 保有する ガス使用あり	主要家電品 保有する ガス使用なし	主要家電品 保有する ガス使用なし
月間電力 消費量 kWh	163	209	228

で実施したメモリー付きワットチェッカー4台による主要な家電品の消費電力測定の結果に基づいて、住宅における電力消費の特徴について考察する。

実測期間中に、省エネナビの不調によるエラーの発生によるデータ読み取り中の支障と、家人が留守等による欠測が発生したため、分析対象としたのは2012年11月24日から2013年1月15日までのデータである。

調査対象とした3世帯の住宅面積、主要な家電品の保有状況には大きな差がないが、家族の状況やライフスタイルはかなり異なったものになっている(表4-3-7)。

北京市内の集合住宅で暮らす二人暮らしのA世帯では、夫婦とも20歳代で、平日の昼間は仕事のために通常は留守であり、自炊の機会が少なく、食事は外食が多い。また、給湯器の熱源はガスである。

瀋陽市内の集合住宅に暮らすB世帯は、乳児が一人おり母親が産休中で在宅時間が長く、主人は勤務で帰宅は夜遅い。都市ガスは供給されているが、室内の換気に不安を感じているために、電気給湯器を使用している。

阜新市の集合住宅に暮らすC世帯は、中年夫婦の二人暮らしであるが、食生活では自炊が多い。都市ガスは供給されているが、安全性を考慮して給湯器は電気を熱源とするものを使用している。

三世帯の電力消費量の実測結果を、日内変動で示すと図4-3-4のようになり、曜日変動は図4-3-5のようになる。

各世帯の属性を踏まえると、これらデータから以下の傾向を指摘することができる。

- ① 曜日による週間変動は在宅時間の長さを反映しており、どの家庭でも週末の電力消費量が多く、平日に比べて15-20%程度高まる。
- ② A世帯では、給湯器や厨房にガスを利用しているため電気消費量が少ない傾向がある。
- ③ B世帯では女性が昼間在宅することが多いため、平日の電気消費量の変動は少ない。
- ④ C世帯では自炊が多いと回答しており、これを反映して朝食時に電気消費量が増

加する。

⑤ 年齢層を反映して、深夜の電力消費は C 世帯で少なく，A,B 世帯で多い。

⑥ 物価の都市間差を考慮すれば，3 世帯の実質的な所得格差は小さい。都市間の電力価格に大きな差が無いことも電力消費量の差を縮める理由となる。

なお，⑥の点については 4.2.2 で示した東北 5 都市及び北京市でのアンケート調査結果とも一致している。

省エネナビによる実測結果から，11，12，1 月を中心とする時期の世帯の月間総消費電力量は 163～228kWh/月となる。これは，アンケートの回答で得た過年度（2011 年度及び 2012 年度）の同月の検針値に基づく電力消費量とほぼ一致していた。

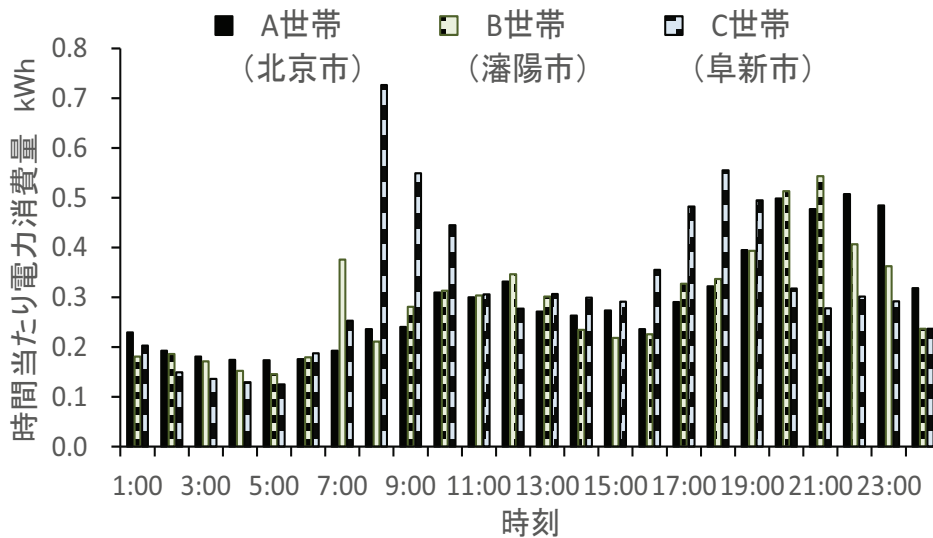


図 4-3-4 世帯総電力消費量の日内変動
調査の実測期間（2012 年 11 月 26 日～2013 年 1 月 6 日）

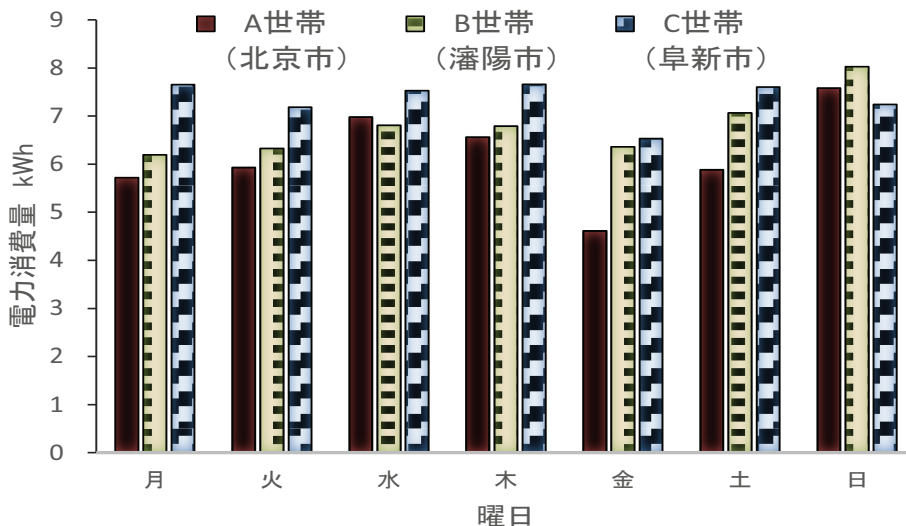


図 4-3-5 世帯総電力消費量の曜日変動

4. 家電品別の消費電力量の総消費電力量に占める比率に関する考察

次に，ワットチェッカーによる家電品の消費電力の実測値と，省エネナビによる世

帯の総消費電力の長期的な測定値及び過年度の検針値に基づく月別消費電力量のアンケート調査の回答を総合して、年間の総消費電力量に占める家電品の品目別の消費電力の割合を考察する。

この試算に当たっては、各都市の調査対象数が5世帯と少ないこと、また、都市間の総電力消費量に大きな差がないことから、北京市の特異性に配慮しながらも、25世帯全体の平均的な状況について考察することを目指した。

(1) 家電品ごとに設定する前提条件

家電品の年間消費電力を算定するに当たっては、実測を行った秋～冬場と夏場との差異の補正の必要性や、中国東北部における家電品の使用方法の特性などを考慮して、以下のような前提条件を設定することとした。

① 冷蔵庫：どの都市でも冷蔵庫が100%普及し常時運転されている。調査時期は秋季から冬季にかけての寒冷期であるが、どの家庭でも地域暖房が導入されているため室内の温度は16℃以上に保持されている。東北部の夏の期間は7月～8月半ばと短く昼間の最高気温は30℃を上回ることも少なくないが月平均気温はそれほど高くない。本稿の集計では留保付きながら実測期間中の平均的な電力消費量を年間消費量として外挿した。

② 給湯器：入浴用や厨房用の給湯器については水道水温度の季節変動を考慮する必要があるが、水道水温度の正確な情報が入手できなかったことから、本稿では実測期間中の平均値を仮に用いて、外挿して年間消費電力量を推計した。

③ テレビ及びパソコン：テレビ視聴時間及びパソコン利用頻度は年間を通じてほぼ一定であるとして、実測データに基づき年間電力消費量に外挿する。ただし、4.2.2に示した、4.2で述べた東北部5都市と北京の80世帯について集計した家電品の保有状況調査と今回の対象世帯の状況調査を踏まえ、一世帯当たりの保有台数を重みづけして算定する。

④ エアコン：北京市を含めて中国東北部の諸都市でのエアコンの使用は、夏場の一時期の冷房使用のほかに、地域暖房による熱供給期間の前後の秋冷もしくは春冷な時期に補助的な暖房装置として利用される。このため年間の利用実態を把握することは今回の調査のみでは不可能であるので、測定データは参考値にとどめることとし、今回の測定値を外挿して年間総電力量とした。

⑤ 電気ヒーター：電気ヒーターは、地域暖房供給の前後の一時期に補助的に使われるものである。このため、年間電力消費に占める割合を推定する際には半年間のみ利用するとして年間値を推定した。

⑥ 洗濯機、小型給湯器、炊飯器、レンジ電子等：洗濯機の消費電力の季節変動はないものと考えた。また、厨房の調理器については高温での使用であるため、外気温や水道水温の変動によって消費電力量が大きく左右されることはないものとして、実測データを外挿して年間消費電力量を推定した。

⑦ 照明器具：照明に用いられる電力の消費量は大きいですが、ワットチェッカーによる計測に馴染まないため、本調査においてはアンケート調査から得られた、各世帯が保

有する照明器具の保有個数，定格電力消費量と照明の利用時間数（有効回答数 25 軒）に基づき，また，家族構成と在宅時間を考慮して，全部の所有照明器具の利用時間を朝 1 時間，夕方から夜にかけて 4 時間と推定し，乳児のいる家族では 1 時間長く使用するものと仮定して算定した．照明の利用方法は住宅の間取りや採光状況によっても異なるものであるため，今後さらに詳細なアンケート調査を進め，正確な照明の利用時間を把握する必要がある．

（２）家電品別の消費電力量と総消費電力量の算定結果

以上を前提として，家電品の種類別の年間の消費電力の算定結果，アンケート結果に基づく過年度の世帯の年間総電力消費量，及び各家電品の消費電力が総電力消費に占める比率を整理すると表 4-3-8 のとおりとなる．

これらは同表の右欄に示した，省エネナビを設置した 3 世帯における総電力消費に占める当該世帯の家電の電力消費量との比率ともおよそ整合がとれる結果となっている．これに基づいて，測定対象とした家電品の相対的な電力消費比率を図示すると図 4-3-6 のとおりとなる．

この算定結果から判断すると，照明・冷蔵庫・電気給湯器・テレビ・パソコンの消費電力量は家電の消費電力量全体の約 62%を占めている．

表 4-3-8 年間総消費電力量とワットチェッカーに基づく家電品の比率

項目	25世帯		省エネナビ3世帯 (実測値)		備考
	①検針値		③実測値*		
年間消費電力 kWh	2116		2400		*11.12.1 月平均 200kWh
家電品	②家電品 (25軒 平均)	検針値に 対する比率 % (②/①)	④家電品 (3軒 平均)	省エネナビ 測定世帯の比率 % (④/③)	
照明	355	16.8	334	13.9	
冷蔵庫	332	15.7	337	14.0	
給湯器	310**	14.7	350***	14.6	**電気給 湯16軒 ***電気 給湯2軒
テレビ	177	8.4	150	6.3	
炊飯器	148	7.0	237	9.9	
小型給湯器	146	6.9	94	3.9	
パソコン	137	6.5	47	2.0	
IH	119	5.6	83	3.5	
洗濯機	70	3.3	46	1.9	
電気暖房	47	2.2	0	0	
電子レンジ	23	1.1	28	1.2	
他の調査機器	71	3.4	330	13.8	
対象家電計	1,935	91.4	2,036	84.8	
調査対象外	181	8.6	364	15.2	

注：他の調査機器：金魚水槽ヒーター，レンジフード，エアコン，電子毛布，電気便座

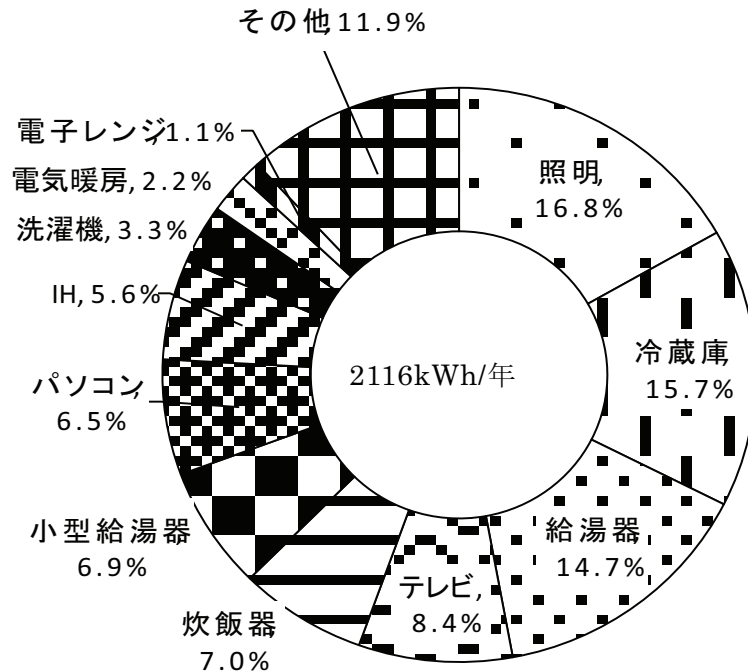


図 4-3-6 家電品の年間消費電力量の比率推定

注：その他の 11.9%は、他の調査機器（金魚水槽ヒーター、レンジフード、エアコン、電子毛布、電気便座）及び調査対象外機器の合計である。

給湯器については、調査対象のうち 16 件が電気を使用しているが、25 世帯で平均しても電力消費量は全体の 14.7%を占めている。また、小型給湯器（キッチン用小型給湯器・ポット・飲料水加熱ポット等の給湯器）は 6.9%を占めている。給湯器と合わせて 21.6%に達する。東北部の都市住民の給湯需要の増加傾向は筆者の過去 2 回（2010 及び 2011 年）にわたる調査²⁾を通じて把握できていたが、今回の調査では電力消費もかなり大きなものであることがわかった。普及率が 100%であるテレビとパソコンを比べると、パソコンの電力消費量割合 6.5%はテレビの 8.4%に近い数値を示した。情報の入手、学習・仕事への活用、娯楽等を自ら求めている現代社会においてはパソコンの電力消費量が伸びている。

また、東北部の特徴的な家庭用製品である電気ヒーターは、冬季の気温が低い瀋陽市、長春市、阜新市の 4 世帯が保有している。暖房供給時期に補助的に使っているため、年間電力消費に占める割合を推定する際には半年間のみ利用するとして年間値を求めた。電気ヒーターは平均で 2.2%を占め、無視できない電力消費機器である。

なお、アンケート調査によって、2011 年から 2012 年にかけての月別の電力消費量（検針値）について 10 世帯から情報が得られた。このうち、都市ガス供給がありガス給湯器を使用する 3 軒と、都市ガス供給がなく電気給湯器を使用している 7 軒に区分して、月別電力消費量の変動を集計すると図 4-3-7 のようになる。この図からガス供給のある家庭の電力消費量は、ない家庭より 20%程度多いものと推定された。

日本では電気消費量が多いエアコンについては、本調査の対象とした 15 世帯の中

で、北京市・大連市・長春市の6世帯が使用していた。エアコンの消費電力量は25世帯で平均すると0.7%程度。

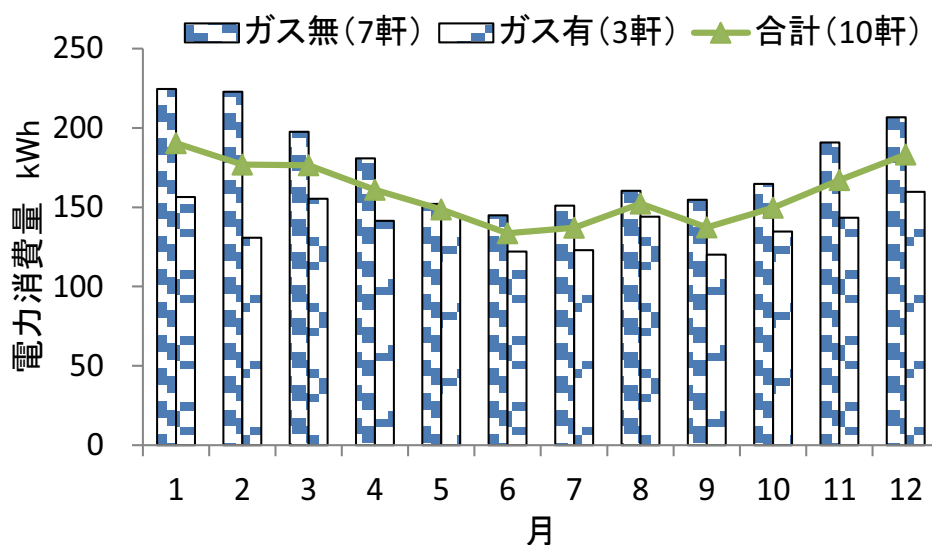


図 4-3-7 ガス供給の有無別の次別電力消費量

4.3.3 日本家庭のエネルギー電力消費量と比較分析しつつ、省エネの観点から考察 1. 新潟県における家庭の電力消費調査との比較検討について

本調査に関連して、2012年度から環境省が新潟県に委託して実施しているワットチェッカー及び省エネナビを用いた類似の調査の方法を参考表に示した。本調査は現在も継続中であり、2013年度には冬季の調査を実施する予定である。新潟県は日本の中でも比較的寒冷な地域であり、本研究が対象としている東北部での調査結果と比較することによって、よりきめ細かくエネルギー消費の時間変動や家電品別の構造、電気以外のエネルギー源(灯油、ガス等)の利用との関連について分析を継続していくことを予定している。

参考表 ワットチェッカー等を用いた新潟県の調査との比較

	中国東北都市の調査方法	新潟県の調査方法
事業名 実施時期	2012年11月-2013年3月	新潟県の事業ワットチェックダイエット 2012年8, 12月 2013年1月
対象地域	北京・瀋陽・大連・阜新・長春	新潟・長岡・上越
件数	25件	夏50件 冬30件
使用機器	ワットチェッカ25台, 省エネナビ3台, ワットチェカメモリ付き3台.	ワットチェッカ50台, 省エネナビ10台.
調査項目	年間電力消費, 省エネ行動の実施状況等	年間電力消費, 省エネ行動の実施状況等
調査結果		電力検針票による3年間の電力使用量とCO2排出量は削減効果あった.

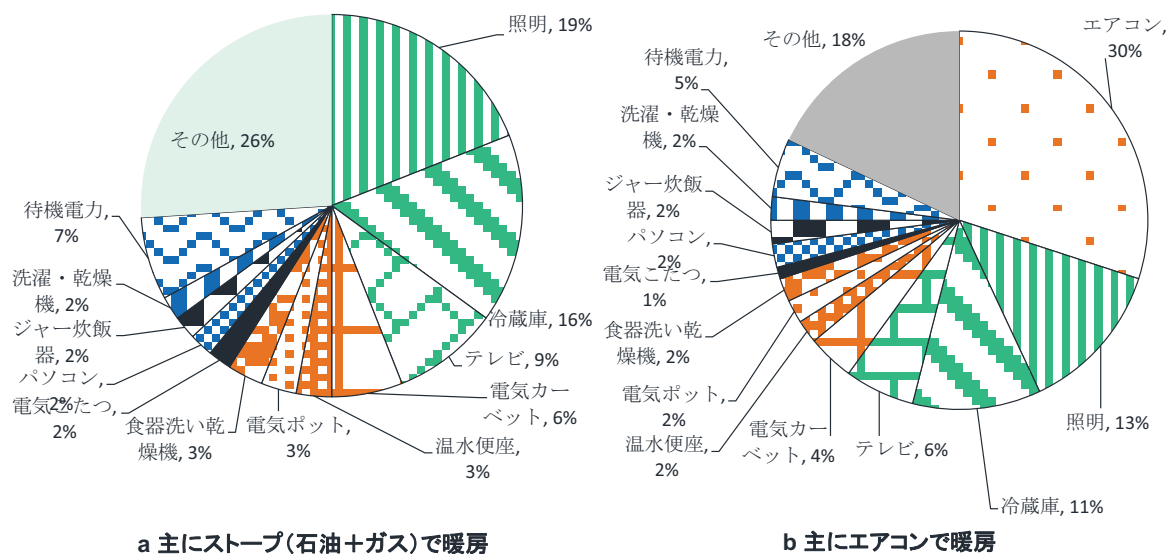


図 4-3-8 新潟県冬季電力消費量内訳

出典：新潟県県民生活・環境部地球環境対策室資料，「冬の家庭でできる節電対策」

なお、新潟県の公表資料によれば、新潟県の冬季における電力消費量の内訳は図 4-3-8 に示したように、石油又はガスを用いるストーブで暖房を行う場合家庭とエアコンで暖房を行う家庭における電力消費量の内訳が大きく変わってくる。日本の寒冷地の暖房の熱源の違いがエネルギー消費構造に与える影響については今後さらに検討に加え、中国東北部の将来的な変化を予測する足がかりにしたい。

2. 日本の家庭における消費電力との比較検討について

本節で述べたワットチェッカー及び省エネナビを用いた家庭の電力消費量の実測調査は、市民自らが電力消費量を測定することを通じて省エネを推進することに意味があり、日本の環境省によっても最近始められた新しい手法である。しかし、今回の調査はいまだサンプル数が少なく、調査実施期間が短いなど、まだ初歩的な段階にある。

このため、今回の調査結果をただちに日本の家庭における電力消費量と厳密に比較して議論することは適当ではないと思われるが、ここでは、参考として資源エネルギー庁、家電製品協会、日本エネルギー経済研究所が公表している最近のデータに基づき、日本の全国ベースでの平均的なエネルギー消費量及び電力消費量と比較して特徴的な点を整理しておきたい。

2010年の日本の世帯当たりの年間エネルギー消費量は約 10Gcal（石油換算約 10 トン）で、電力が約 48%を占めており、次いで灯油が 22%，都市ガスが 18%，LP ガスが 11% などとなっている⁵。このうち電力消費量は 2009 年において 4,618kWh で、中国東北部の調査対象世帯の平均的な消費量の約 2 倍となっている。また日本の家庭の電力消費量の家電品別のうちわけを 2003 年と 2009 年について、中国東北部での調査結果と比較してグラフ化すると図 4-3-9 のとおりである。

なお、日本の家電品の省エネ性能は 2009 年以降も進化しており、家電品別の比率は年々

変化している。特に従来はもっとも大きかった冷蔵庫の年間消費電力量は、インバーターや真空断熱技術の普及によって、平均的な容量である 400～450 リットルのもので、2009 年の 350kWh 程度から、2012 年度には 200kWh 程度にまで低下している。照明に関しては従来の電球に比して 80%も省エネで長寿命の LED ランプの普及が進んでいる、テレビに関しては 2007 年販売の製品に比して 2012 年販売のものは 60%省エネが進んでいる。本研究の今後の発展の方向としても、中国における家電品の省エネ性能の進化とその普及状況を把握していく必要がある⁶⁷。

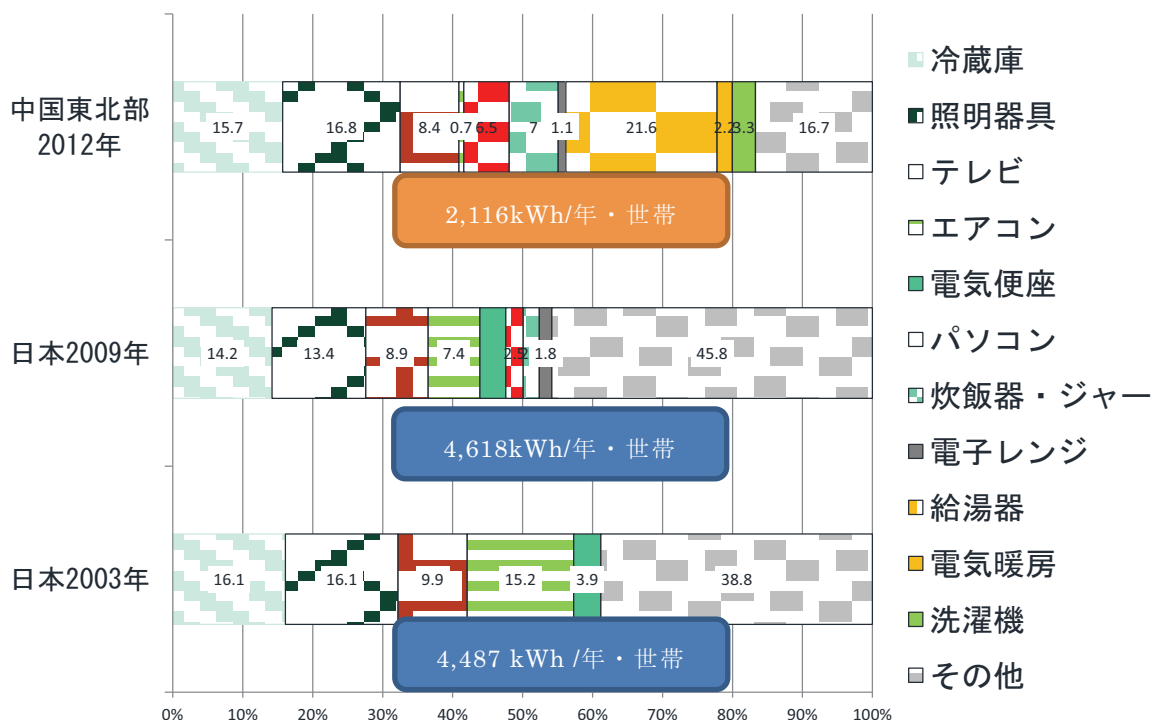


図 4-3-9 家電品別の電力消費量の日中間比較 出所：資源エネルギー庁⁸

[5 都市調査のまとめ]

本調査では、北京市を含めた中国東北部の 5 都市の集合住宅居住者の協力を得て、二種類の電力消費測定器（ワットチェッカー及び省エネナビ）を用いて自らの住宅における電力消費を実測してもらうとともに、住宅の省エネに関連する事項についてアンケート調査を行い、実測データとアンケート調査結果を集計した。

本調査を通じて中国東北部の都市住民の電力消費と家電品の使用状況との関係が具体的に明らかになり、また、世帯の属性やライフスタイルが電力消費のパターンに与える影響を把握することができた。得られた結論を整理すると次のとおりである。

(1) 家電品の使用による電力消費量と総電力消費に占める比率について

① 中国東北部の諸都市では、照明・冷蔵庫・電気給湯器・テレビ・パソコンの電力消費量が全体の約 62%を占めている。照明、冷蔵庫の消費電力が大きい点は日本と同じであるが、寒冷地であり地域暖房が普及している中国東北部では電気ヒーターの電力消費は無視できない。他方、エアコンの電力消費はごく少ない。

② その他に東北部の特徴として挙げられるのは、給湯器の熱源に電力を使用する家庭が多く、その消費電力量が全体の 14.7%と大きい点である。また、小型給湯器（キッチン用小型給湯器・ポット・飲料水加熱ポット等の給湯器）の電力の消費量 6.9%を加えると、厨房・風呂での熱に転換する電力の消費量は全体の 21.6%に達する。

③ 普及率が 100%を超えるテレビとパソコンの電力消費量の割合はそれぞれ 8.4%及び 6.5%で、一日の使用時間数は北京市では約 9.6 時間、他の東北 4 都市でも約 8 時間となっており、情報の入手、学習・仕事への活用、娯楽等への利用が進んでいることがわかる。

（２）総電力消費の日内、週内の変動パターンについて

家族構成や生活パターンが互いに異なる 3 つの世帯に設置した省エネナビによる長期連続での世帯の総電力消費量の日内及び週内の変動パターンを比較した結果、以下のような特徴が明らかになった。

① 週内変動は在宅時間の長さを反映し、どの家庭でも週末の電力消費量が多く、平日に比べて 15-20%程度高まる。

② 都市ガス供給がない地区では給湯器、厨房器具等の電力依存が高まることによって、電力消費量が 20%程度高まる。

④ 対象の 3 世帯では実質的な所得格差が小さく、また電力価格の都市間格差小さいこともあり、②で述べた給湯器のガス利用の有無による差を考慮すれば、都市間で総電力消費量に有意な差があるとはいえない。

さらに省エネナビによる調査結果からライフスタイルの影響、大都市ほど冷蔵庫が大きい、同じ家電品でも都市によって大型化しているといった傾向ある。

なお、日本の家庭における消費電力との比較検討を試みた結果について下記の第 4 章の総括と考察にまとめることにした。

第 4 章の総括と考察

（１）以上のような 3 回にわたるアンケート調査を通じて得た、中国東北部の諸都市の集合住宅に住む住民の、家庭でのエネルギー消費の実態調査の実施内容を再度整理して示すと、下記の図 4-3-10 アンケート/実測調査による家庭のエネルギー消費実態調査の流れのとおりになる。

（２）東北諸都市の家庭エネルギー消費に関するアンケート調査と実測で把握したデータに基づき、中国の家庭用のエネルギー消費の実態と特性を広範な視点から分析した。また電気、ガス、地域暖房のエネルギー消費が都市間の差異について詳細な分析を行った。

北京市と東北部の 5 都市の家庭の光熱水費は所得ほど大きな差がなく、従って所得が低いほど家計に占める比率が増大する。特に負担の大きな項目は暖房費で、どの都市でも光熱水費の 50%以上を占める（補助金を顧慮しない場合は）。住宅のエネルギー消費量の 64～84%を占める。しかし、暖房費は固定料金制のため、市民の省エネ努力を阻害している。また、電気は都市間で料金に大きな差がなく、集合住宅では必須の安全なエネルギー源であり、寒冷地に固有で必要な電気製品の利用率が高いため、利用量に大きな差がない。一方、ガスは都市間で種類、料金等が異なるなど利用環境に差があり消費量に大きな差があ

る。

(3) 家電品の使用による都市間比較分析を行った結果、北京市の世帯所得は東北部の大都市よりもかなり高く、東北部では所得が最も高い大連市の1.25倍、低い阜新市の3倍、高所得を反映して家電品の保有率が高い。一方、東北部5都市の動向は今後、所得水準の上昇に

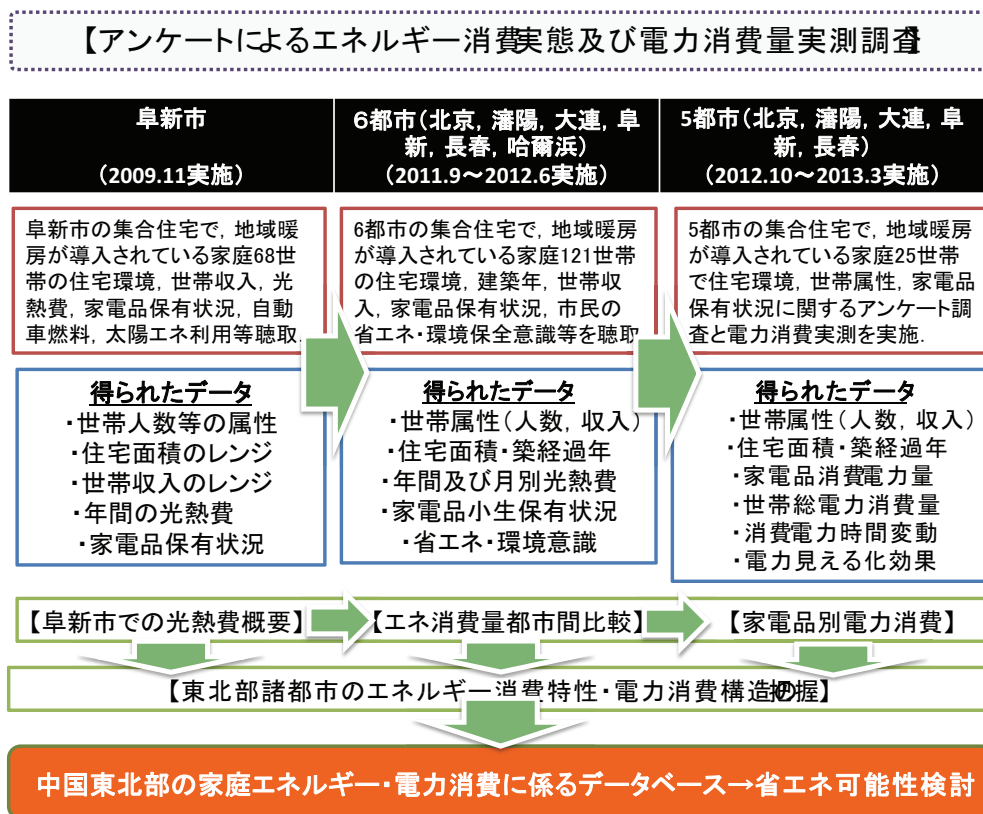


図 4-3-10 アンケート/実測調査による家庭のエネルギー消費実態調査の流れ

伴って家電品の保有率が高く、北京市に近づく傾向がある。中国東北部の諸都市では、照明・冷蔵庫・電気給湯器・テレビ・パソコンの電力消費量が全体の約62%を占めている。照明、冷蔵庫の消費電力が大きい点は日本と同じであるが、寒冷地であり地域暖房が普及している中国東北部では電気ヒーターの電力消費は無視できない。他方、エアコンの電力消費はごく少ない。その他、東北部の特徴として挙げられるのは、給湯器の熱源に電力を使用する家庭が多く、その消費電力量が全体の14.7%と大きい点である。小型給湯器（キッチン用小型給湯器・ポット・飲料水加熱ポット等の給湯器）の電力消費量6.9%を加えると、厨房・風呂での電力消費が21.6%に達している。普及率が100%を超えるテレビとパソコンはすべての都市における使用時間が長く、情報の入手、学習・仕事への活用、娯楽等への利用が進んでいることがわかる。

(4) 中国の国内事情と突合しながら評価づけするとともに、世帯ごとの生活パターンと電気の消費量の変動（総電力消費の日内、週内の変動パターン）について考察するができた。家族構成や生活パターンが互いに異なる3つの世帯に設置した省エネナビによる長期連続での世帯の総電力消費量の日内及び週内の変動パターンを比較した結果、以下のような特徴が明らかになった。週内変動は在宅時間の長さを反映し、多くの家庭で週末の電力

消費量が多く、平日に比べて 15-20%程度高まる。都市ガス供給がない地区では給湯器、厨房器具等の電力依存によって、電力消費量が 20%程度高まる。対象の 3 世帯では実質的な所得格差が小さく、また電力価格の都市間格差が小さいこともあり、都市間で総電力消費量に有意な差は見られなかった。

(5) 日本の家庭における消費電力との比較検討を試みた結果、両国の家庭で利用している家電の特徴とエネルギー消費機器の性能の向上の可能性を次のように考察できた。

① 中国と日本で電力消費の合計 30%を占める冷蔵庫（中国は 200L 前後の冷蔵庫の使用は中心、市場での割合は 70%、日本では 400L の大型冷蔵庫を使用）と照明である。日本ではエアコンは多用しているが、今回の調査対象都市は寒冷地に位置するために、エアコンの利用は少ない。地域暖房のほか、電気暖房は使用されている傾向がある。このほか日本の家電品電力消費比率の中に給湯器の使用は見られていない、一方調査結果対象の大きくは電気給湯器を使用している特徴がある。

② 日本の家電品別の比率は家電品の省エネ性能の向上により年々変化している。特に日本ではインバーターや真空断熱技術の普及によって容量の大きな冷蔵庫が小型冷蔵庫よりも少ない電力消費量で利用できるなど逆転現象も起きている。この技術は中国でも実用化されているが、初期投資コストが高いためはまだ普及段階には至っていない。今後の中国でも家電品の省エネ基準を高めながら、新技術の普及を推進する政策の導入が必要である。

参考文献

1. 阜新市統計局，阜新市統計年鑑
2. 中国統計出版社，都市統計年鑑 2011
3. 清華大学建築節能研究センター，中国建築節能年度發展研究報告 2011，中国建筑工業出版社
4. 新潟県県民生活・環境部環境企画課地球環境対策室資料，「冬の家庭でできる節電対策」
5. 日本エネルギー経済研究所，エネルギー・経済統計要覧 2011-2013
6. 省エネ家電おすすめ BOOK，2013 年度版，一般財団法人家電製品協会
7. 省エネ性能カタログ，2013 年夏版，資源エネルギー庁
8. 資源エネルギー庁：“エネルギー白書”
<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/> 2013-09-10 閲覧
9. Feng Xinling・Tokuhisa Yoshida・Yutaka Tonooka，(2013)「Air Pollution Control and Climate Change Measures in Fuxin City, Liaoning Province, China」，AFC 第一回優秀論文集「アジアの未来へー私の提案 vol1」 p91-103，渥美国際交流財団関口グローバル研究会
10. 馮新玲・吉田徳久，「遼寧省阜新市の家庭用エネルギー需要増加と地域暖房システム導入の課題」，環境情報科学 (2011)，第 40 卷 1 号。
11. 馮新玲・外岡豊・吉田徳久，(2012) 中国東北地方における都市住宅のエネルギー消費実態と温室効果ガス排出削減の可能性」，住宅系研究報告会論文集 7，p143-150，建築学会
12. 馮新玲，外岡豊，(2013) 吉田徳久「中国東北部の住宅用電力消費実態と影響要因に関する分析」，住宅系研究報告会論文集 8，p61-68，建築学会

補注

1. 地域暖房補助金制度
 - ・「国家税務総局の職員冬季採暖補助金納税前に控除する問題に関して」による，従来は暖房費用を就職した職員の労働保護費として所属企業から提供されている。職務別段階をわけて暖房費用が補助されている。
(国家税務総局関于職員冬季採暖補助等税前控除問題的批復) 国税函 (1996) 673 号
 - ・「国家税務総局の企業賃金及び職員の福益の控除問題に関して」2009 年以降企業に属する職員に福利費として暖房費用が所属企業から提供されている。
(国家税務総局関于企業賃金及福利費控除問題的通知) 国税函 (2009) 3 号
2. 建築部門におけるエネルギー消費量：北方都市建築物採暖(地域暖房施設等)，都市住宅 (地域暖房等を除く)，公共建築物 (地域暖房等を除く)，農村住宅におけるエネルギー消費量の総量 (なお、バイオマスを含めない)。

3. 都市部：都市と農村との区分は中国政府発行の「中国城郷建設統計年鑑」（2010）に定義されており，本稿では「中国建築節能年度報告（2009.2010.2011）」における都市と農村の区分にしたがっている．
4. 住宅のエネルギー消費量：住宅（暖冷房（北方採暖除く），厨房，給湯，照明，その他（家電機器等）における電気，ガス等の消費量を指し，地域暖房システムによって供給される熱エネルギー消費量を含めない．都市部では電気，都市ガス，LPG が主に使われる．

第一章 住宅構造

Q1. 住宅に関して

	<input type="checkbox"/> 一般住宅	<input type="checkbox"/> 高層ビル	<input type="checkbox"/> 一軒屋	<input type="checkbox"/> 二階一軒屋	<input type="checkbox"/> 別荘
住宅構造	<input type="checkbox"/> 鉄筋コンクリート <input type="checkbox"/> セメント板構造 <input type="checkbox"/> 混泥土構造 <input type="checkbox"/> ガラス繊維混泥土 <input type="checkbox"/> 煉瓦石構造 <input type="checkbox"/> 木質構造 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> 知らない				
住宅面積	<input type="checkbox"/> 50m ² 以下 <input type="checkbox"/> 51~100m ² <input type="checkbox"/> 101~200m ² <input type="checkbox"/> 200m ² 以上 詳細延床面積：_____m ² _____R LDK？				
住宅の所有権	<input type="checkbox"/> 賃貸 賃貸の場合は、年間の賃貸料金を記入_____ <input type="checkbox"/> 個人所有権				
家庭状況	1. <input type="checkbox"/> 一軒屋 <input type="checkbox"/> ワンルーム <input type="checkbox"/> 二部屋 <input type="checkbox"/> 三つ部屋 <input type="checkbox"/> 三つ部屋以上 <input type="checkbox"/> 二階建て 2. <input type="checkbox"/> 集合住宅ビル： <input type="checkbox"/> 低所得家庭 <input type="checkbox"/> 一般家庭 (補足説明等：_____) 3. <input type="checkbox"/> 別荘				
ビル階層(階数)	何階建てのビルでしょうか？ _____階 <input type="checkbox"/> 1階 <input type="checkbox"/> 2階 <input type="checkbox"/> 3階 <input type="checkbox"/> 4階 <input type="checkbox"/> 5階 <input type="checkbox"/> 6階 <input type="checkbox"/> 6階以上				
住宅構築年	<input type="checkbox"/> 1960年以前 <input type="checkbox"/> 1960年代 <input type="checkbox"/> 1970年代 <input type="checkbox"/> 1980年代 <input type="checkbox"/> 1990年代 <input type="checkbox"/> 2000年以降 <input type="checkbox"/> 2005年以降 <input type="checkbox"/> 具体的な構築年数：_____年				

Q2. 窓の構造

窓の構造	<input type="checkbox"/> 単層ガラス <input type="checkbox"/> 二層ガラス				
窓の材質	<input type="checkbox"/> 鉄 <input type="checkbox"/> 鋼 <input type="checkbox"/> アルミ合金 <input type="checkbox"/> プラスチック <input type="checkbox"/> 木質 <input type="checkbox"/> その他				
遮光	<input type="checkbox"/> カーテン <input type="checkbox"/> ウッドブラインド(金属・木質) <input type="checkbox"/> その他				
風通し小窓	風通し小窓の有無？ <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 窓の位置： <input type="checkbox"/> リビング <input type="checkbox"/> 寝室 <input type="checkbox"/> 厨房 <input type="checkbox"/> ビルの階段				

Q3. 家族構成

家族人数	_____人				
あなたの年齢	_____歳				
家族構成	<input type="checkbox"/> 自分 <input type="checkbox"/> 祖父 <input type="checkbox"/> 祖母 <input type="checkbox"/> 父 <input type="checkbox"/> 母 <input type="checkbox"/> 子供 → (何人)：_____人 <input type="checkbox"/> その他(関係)_____				

ご住所 (団地目まで記入)
 お名前 (最後の一文字のみでいいです。)

中国東北部生活状況調査

第一章から第六章までの質問回答の口に入をつけてください。
 (あるいは、黒色の口を赤色の口に変更してください)

早稲田大学 吉田研究室

04. 世帯所得

ご提供の情報は社会調査のみ使用、他の目的で使用しないことを約束します。

所得人口 _____ 人 (収入が持っている家族人数)

収入源	年齢	職業	収入	年齢	職業	収入
<input type="checkbox"/> 自分	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> 息子・女儿	_____	_____
<input type="checkbox"/> 祖父	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> 祖母	_____	_____
<input type="checkbox"/> 父	_____	_____	_____	<input type="checkbox"/> 母	_____	_____
<input type="checkbox"/> その他	_____					_____

家族収入
元 □2,000 以下 □2,001~4,000 □4,001~6,000 □6,001~8,000 □8,001~10,000
□12,000~14,000 □14,001~16,000 □16,001~18,000 □18,001~20,000
□20,000~30,000 □30,000 以上 詳細: _____元/年

05. 毎月の支出年間平均

電気料金 元	ガス料金 元	インターネット 元	電話料金 元	自家用車燃料費 元	その他のエネルギー消費 元	管理費 元
--------	--------	-----------	--------	-----------	---------------	-------

06. その他




1. 浴室内の浴槽の有無? 有 無 いいえ
2. 浴室とトイレは別々ですか? はい いいえ

第二章. 家電品の使用

01. 您持有的电器 (请在您知道的范围内回答)

家電品	台数	定格出力ワット数		使用時間		台数	家電品	定格出力ワット数	使用時間			
		平日	週末	平日	週末				平日	週末		
<input type="checkbox"/> パソコン							テレビ (32 和 20 インチ) <input type="checkbox"/> 時間数 <input type="checkbox"/> 液晶 <input type="checkbox"/> 電子レンジ <input type="checkbox"/> 石油スツップ <input type="checkbox"/> 炊飯器 <input type="checkbox"/> 給水器 <input type="checkbox"/> ラジオ <input type="checkbox"/> ゲーム機					
<input type="checkbox"/> 冷蔵庫 容量 () L												
<input type="checkbox"/> 洗濯機												
<input type="checkbox"/> 除湿機												
<input type="checkbox"/> 乾燥機												
<input type="checkbox"/> 加熱式水槽 容量 () L 電気ヒーター () W												
<input type="checkbox"/> DVD・ビデオ							<input type="checkbox"/> 電気毛布					

02. 照明

種類	個数	使用時間 時間数/日	種類	個数	使用時間 時間数/日	種類	個数	使用時間 時間数/日
<input type="checkbox"/> 白熱灯 			<input type="checkbox"/> 蛍光灯 			<input type="checkbox"/> 緊湊型 蛍光灯 		
1号灯			1号灯			1号灯		
2号灯			2号灯			2号灯		
3号灯			3号灯			3号灯		
4号灯			4号灯			4号灯		

03. 下記の表に示した製品について購入したいと思うものに印をつけてください。
(すべてお持ちの製品も含む)

下記の表に印をつけてください。 ↓

リビング	印	寝室・書斎	印	厨房	印
照明器具		テーブルライト		ガススツップ	
掃除機		椅子		IH	
除湿機		本棚		レンジ	
カーテン		扇風器		飲水器	
電気毛布		デスク		炊飯器	
食卓		ベット		冷蔵庫	
ソファ		音響		食器洗器	
テレビ		プリンタ			
DVDPLAYER		キャンナ			
レープレコーター		パソコン			
エアコン		エアコン			
電気ヒーター		電話		例如: 冷蔵庫	<input type="checkbox"/>

洗面所	印	その他	印
ドライヤー		アイロン	
カールクリップ		カメラ	
洗濯機		デジタルカメラ	
乾燥機		自転車	
給湯器		電気自転車	
電器便座		バイク	
浴槽		車	
シャワールーム		MP 4	

第三章 エネルギー使用

01. 電力消費状況

電力会社	2010年電力消費最大月の消費量	月平均電力消費量 (1kWh = 1度電)	度 (kWh/月)

02. 厨房に使用する燃料

燃料	<input type="checkbox"/> 液化石油ガス (ボンベ) <input type="checkbox"/> 電力 <input type="checkbox"/> 石炭 <input type="checkbox"/> 木 <input type="checkbox"/> ガス <input type="checkbox"/> その他 ()		
使用時間	朝食	夕食	晩御飯
平日	時間 _____	時間 _____	時間 _____
週末	時間 _____	時間 _____	時間 _____
例えば	0.5時間	0.5時間	0.5時間

→液化石油ガスを使用する場合

生産会社	交換費用 (一回)	毎月の使用量 (何ボンベ?)
	元	罐
<input type="checkbox"/> 容量 5kg	<input type="checkbox"/> 容量 15kg	<input type="checkbox"/> 容量 50kg
		
		<input type="checkbox"/> その他
		容量 _____ kg

→石炭及び木質燃料を使用する場合 毎月の使用量? _____ kg

03. 井戸がお持ちでしょうか? 有 無

井戸水の用途	<input type="checkbox"/> 厨房	<input type="checkbox"/> 洗濯
	<input type="checkbox"/> 飲用	<input type="checkbox"/> トイレ用水
	<input type="checkbox"/> 浴室用水	<input type="checkbox"/> その他

04. おうちに貯水器をお持ちでしょうか? 有 無

貯水器 (容量 _____ L) 給水器 (容量 _____ L)

貯水器の水について? ミネラル水 水道水 井戸水 雨水

貯水器を持つ主な目的? 炊飯 浴室 洗面所 散水 散水 食器洗い 洗顔 洗面 洗濯機時保管

□その他: 植物への散水

水の交換について?

乾燥期 2回/週 1回/週 1回/2週 1回/3週 1回/1月 1回/1月以上

雨期 2回/週 1回/週 1回/2週 1回/3週 1回/1月 1回/1月以上

05. ミネラル水会社から送水ですか? はい いいえ

ミネラル水会社	容器容量	毎月何回交換

06. 水の使用状況



水道局名	2010年年間水消費量	毎月平均水消費量	トン・リットル

07. 太陽光利用設備の保有? 有 無

08. どんな太陽光利用設備でしょうか? 太陽熱給湯器 太陽光発電設備 両方とも持っている 持っていない

09. 太陽光利用設備を購入して利用したいですか? 両方とも購入したい 購入したくない

□太陽熱給湯器 太陽熱給湯器 太陽光発電設備 両方とも購入したい 購入したくない

太陽熱給湯器		太陽光発電設備	
--------	--	---------	---

第四章 給湯器

01. 給湯器をお持ちでしょうか? 有 無

02. 給湯器の種類を選んでください。

電気給湯器 太陽熱給湯器 ガス給湯器 その他 () 知らない

03. どんな時に給湯器を使用しますか?

シャワー等 食器洗い その他 () 知らない

04. 給湯器の利用

種類	台数	メーカー・型式	定格出力 kW	毎日の平均使用時間	使用目的 (上から選択)
<input type="checkbox"/> 電気					
<input type="checkbox"/> ガス					
<input type="checkbox"/> 太陽熱					
<input type="checkbox"/> その他 ()					
<input type="checkbox"/> 知らない					

05. どのような季節に給湯器を利用するでしょうか？
 年間を通じて利用する () 月 (上旬/中旬/下旬) () 月 (上旬/中旬/下旬)

06. 请问回答下面的问题？

週間何回利用	自分	二人目	三人目	四人目	五人目	六人目
毎回利用時間 分間						

07. シャワーする頻度
 1日1回 1日2回 1日3回 1日1回 2日1回 3日1回 1周1回 1周2回

08. 給湯器の設定温度？
 () °C 設定できない。

第五章. 暖房に関して

01. 暖房利用は地域暖房でしょうか？ はい いいえ
 02. 地域暖房費用？ _____元/m²
 03. 2010年の地域暖房利用状況

暖房供給会社名	暖房費用 (暖房供給期間)	2010年 暖房供給期間	補助金 元	供暖形式 スチームヒーター・床暖房	熱計量器 (有 無)
例 熱力総公司	2000	11/20~3/10	1500	床暖房	無

04. 冬季の室内の平均温度季 () °C

05. 地域暖房供給時の室内高温現象？
 ない たまにある 時々ある いつも有る よくある 毎日ある





06. 冬季地域暖房供給による、室内高温現象の解決方法？
 窓を開ける ドアを開ける エアコンをつける その他

07. 近年、住宅の保温改造を行いましたか？ 有 無 有る場合はいつですか？ _____年 _____月

第六章. エアコン

01. 窓的空调设备

様式	台数	定格出力 (或はメーカー) kW あるいは COP 値	毎日の平均使用 時間 分間	使用期間 月/年	設置場所
例えは： 窓式エアコン	1	1950	300	7月、8月	① ③
窓式エアコン					

壁掛け 					
パッケージ型 エアコン					
つり式エアコン 扇風器 					
つり式扇風器 					
換気扇 					
その他 ()					

02. エアコンと換気扇の利用
 年中使用 () 月 (上旬/中旬/下旬) () 月 (上旬/中旬/下旬)
 1年中一直用 () 月 (上旬/中旬/下旬) () 月 (上旬/中旬/下旬)

03. エアコンと換気扇の利用頻度？
 エアコン 毎日 2, 3回/週 4, 5回/週
 1~3回/月 2回以下/月 使わない
 換気扇 毎日 2, 3回/週 4, 5回/週
 1~3回/月 2回以下/月 使わない

04. エアコン温度設定？
 () °C 設定できない

05. エアコンがあっても利用しない？ はい いいえ
 「はい」の場合はその理由について選んでください。

電気代節約 扇風器だけで十分 エアコンが効かない 健康によくない
 その他 _____

06. 室温を低めにするために
 窓を開ける エアコンをつける 窓を開けながら扇風器をつける
 エアコンをつけながら扇風機をつける その他 _____

第七章 生活

Q1. あなたと家族はいつも活動する部屋？

リビング 寝室 書斎 その他 _____

Q2. _____ を使って利用時間を示してください **赤色のラインをコピー可能**

<p>例えば</p> <p>窓を開ける時間</p> <p>説明 1：00～9：00 と 18：00～24：00 に窓を開けました。</p>
<p>夏、自分と家族が一番長くいる部屋での窓の空き時間</p>
<p>晩御飯をする時間</p>
<p>空調の使用時間</p> <p>リビング</p> <p>寝室</p>
<p>扇風器の使用時間</p> <p>リビング</p> <p>寝室</p>
<p>給湯器の使用時間</p>

Q3. 下記の省エネルギー行動についてお答えください。

項目	している	できる	多少している	考えたことない	あまりやらない	できない	やらない	該当なし
1. 節電のためにエアコンの使用頻度を減らすか								
2. エアコンの冷房温度を高めめに設定するように心掛けるか								
3. シャワー時間を短くする								
4. 節水のために洗濯機の使用頻度を減らす								
5. 食器洗いに熱湯をできるだけ使わない								
6. 洗面時に水道水を出したままにしない								
7. 節電のために冷蔵庫の中にあまり物を詰めない								
8. テレビを見ないときに電源を切る								
9. 使用しない家電品の電源を切る								
10. 使用しない照明を消す								
11. 白熱灯から蛍光灯へ切り替える」のような手間がかかるとの努力								
12. 家電品を買う際に省エネ製品を選ぶか								

Q4. 室内の温度を下げるための方法として利用するのはどちらでしょうか？

窓を開ける エアコンをつける 扇風器をつける ドアを開ける

05. 家電品の購入する際に、最も重視する内容を選んでください。
重要度の高い順で下記の項目の前に番号を付けてください。
- 製品の性能 コスト・パフォーマンス 製品の価格 デザインのいい製品
- 製品の耐用年数 環境にやさしい省エネ製品
06. 節水と節電の理由に最も近いのはどちらでしょうか？
(1) 家計の節約（経済的動機）、(2) 省エネ・環境保護（環境意識）、(3) 生活習慣
07. 夏季、夕方に家族と外で散歩する時間について
10分 20分 30分 40分 1時間 1時間
08. 現在の生活（生活条件）について満足していますか？
非常に満足 満足 一般 まあまあです 少し不満がある 不満

調査にご協力いただきまして、誠にありがとうございました！

調査表の構成

- 調査・測定
 - USB ワットチェッカーを利用して家電品別の電力消費量を調べる。家電品の性能を把握する。
 - 自宅での電力消費状況を把握し、電力消費総量を影響する主な家電品を明確にする。
- 省エネチャレンジ
 - 家電品を利用中の省エネ意識を高める。
- 過去 1 年間の電力消費状況との比較

今回の調査を通じて知ったこととご感想（例えば、皆さんに伝えたい省エネ方法を自由に記入ください。）

必ず下記の内容をご確認の上、調査へのご回答と測定を始めてください。

ご回答の返送先は fengxinling@hotmail.co.jp (S400 を用いて総電力測定を行っている住宅に関する測定方法およびデータの回収は別途で連絡する。)

 - 本調査内に係る個人情報について、調査まとめ以外の利用しない。
 - 本調査の調査結果に関して、個別に紹介することはしない。

調査 1 調べてみる。

■ 基本状況

住宅に関して

住宅面積	<input type="checkbox"/> 50m ² 以下 <input type="checkbox"/> 51~100m ² <input type="checkbox"/> 101~200m ² <input type="checkbox"/> 200m ² 以上
詳細延床面積: _____m ² LDK? _____	
ビル階層 (階数)	何階建てのビルでしょうか? _____ 階 自宅は何階でしょうか? _____ 階
住宅構築年	<input type="checkbox"/> 具体的な構築年数: _____年

家族構成

家族人数	_____ 人
あなたの年齢	_____ 歳
同居する家族	<input type="checkbox"/> 自分 <input type="checkbox"/> 祖父 <input type="checkbox"/> 祖母 <input type="checkbox"/> 母方の祖父 <input type="checkbox"/> 母方の祖母 <input type="checkbox"/> 父親 <input type="checkbox"/> 母親 <input type="checkbox"/> 息子、娘→(人数): _____ 人 <input type="checkbox"/> 他人(間柄) _____

家族収入

所得人口	_____ 人 (収入を持っている家族人数)
収入	毎月 _____ 元

■ USB ワットチェッカーを用いて家電を測定してみる。

①家電品消費電力 (定格出力)

電圧 ()V USB ワットチェッカーで測定できる

位置	電器の種類	消費電力及び定格出力	台数
リビングルーム	テレビ		
	パソコン		
	冷蔵庫		
	エアコン		
	電気ヒーター		
	扇風機		
洗面所	コンボートレストテレビ		
	電気給湯器		
	ガス給湯器		
	洗濯機		
	電気温水便座		
	小厨宝(熱水器)		
厨房	電気炊飯器		
	電子レンジ		
	ウォーターサーバー (小型給湯器)		
	クッキング・ヒーター		
	フード付き換気扇		
	洗浄機		
その他	加熱式容量()L		
	電気水槽ヒーター		
	電気毛布		

「注釈」

- インバータ式家電品について電力消費の変動値を記入してください。
- 家電品 AC アダプターはワットチェッカーの AC アダプタ差込口と一致しない原因で測定できない場合は、家電品のカatalogに参考してご記入ください。

②. 照明器具の消費電力

照明器具のワット数を調べてご記入ください。(照明本体にも標記している)

位置	照明	消費電力 W	台数
リビングルーム	電灯 1		
	電灯 2		
	電灯 3		
	電灯 4		
洗面所	電灯 1		
	電灯 2		
	電灯 3		
厨房	電灯 1		
	電灯 2		
	電灯 3		
寝室 1	電灯 1		
	電灯 2		
	電灯 3		
寝室 2	電灯 1		
	電灯 2		
	電灯 3		

■USB ワットチェッカーを用いて家電を継続測定(週間)

A. USB ワットチェッカーソフトをインストールして、パソコンを通じて家電品の消費電力を継続

測定 詳細は下記のインストール方法に参考してください。

(パソコンを利用して継続測定、データする場合は表 B の記入する代わりに直接データを依頼人に送信してください。)

> 安裝 USB 插座軟件系統的顺序

先将 USB 插座驱动程序 (小 CD 盘) 安裝到您的笔记本电脑上 → 用 USB 数据传输线将电脑与插座相连接 → 驱动插座 → 测量电器 (详细请参考安裝说明书)

B. パソコンの OS 環境により USB ワットチェッカーソフトのインストールのできない場合は表 B を利用してください。

「注釋」

*時間: 時間 = h

*功率 (定格出力): ワット = W キロワット=kW

*電量: ワットアワー = wh キロワットアワー=kWh (1 キロワットアワー = 1 度)

【 表 B 】

USB ワットチェッカーソフトのインストールしない住宅用表

各家電品 1 台につき表は一枚です。

複数台以上ある場合は表を追加して記入してください。

テレビ 10 月 21 日 - 27 日 測定結果

テレビ 1	消費電力(定格出力)W		消費電力量
	設置場所 (リビング, 寝室, 書斎)	_____ W	
	テレビ種類 (プラン管, 液晶)		
測定時間	消費電力	使用时间	消費電力量
例	120w	3h(18-21 時)	360wh
月曜日			
火曜日			
水曜日			
木曜日			
金曜日			
土曜日			
日曜日			

パソコン 10 月 28 日 - 11 月 3 日

パソコン 1	消費電力(定格出力)W		消費電力量
	設置場所 (リビング, 寝室, 書斎)	_____ W	
	パソコン種類 (デスクトップ, ノット)		
測定時間	消費電力	使用时间	消費電力量
例	50w	3h(18-21 時)	150wh
月曜日			
火曜日			
水曜日			
木曜日			
金曜日			
土曜日			
日曜日			

冷蔵庫 11月4日-10日

冷蔵庫	氷箱 消費電力 (効率)w		冷蔵庫待機:	W
	冷蔵庫容量 (L)		冷蔵庫ドアを開ける時:	W
	設置場所 (リビング, 寝室, ベランダ)			
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量	
例 冷蔵庫待機	0.7w	24h (0-24 時)	$0.7 \times 24 = 16.8\text{wh}$	
冷蔵庫ドア回数	10 回	6 秒/回	$16\text{W} \times 1/60\text{h} = 3\text{wh}$	
月曜日 冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				
火曜日 冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				
水冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				
木曜日 冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				
金曜日 冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				
土曜日 冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				
日曜日 冷蔵庫待機				
冷蔵庫ドアを開ける回数				

エアコン 11月4日-10日

エアコン	エアコン消費電力 (定格出力)w		設置値に達成する前:	W
	エアコン種類, サイズ 設置場所 (リビング, 寝室, ベランダ)		設置値に達成した後:	W
	測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量
例	800w	1/6h	$800 \times 1/6\text{h} = 133\text{wh}$	
設置値に達成する前				
設置値に達成した後	45w	3h (18-21 時)	$45 \times 3 = 135\text{wh}$	
月曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
火曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
水曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
木曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
金曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
土曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
日曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				

電暖ヒーター 11月11日-17日

電暖ヒーター	消費電力 (定格出力)w		消費電力量
	設置場所 (リビング, 寝室, ベランダ)	使用時間	
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量
月曜日			
火曜日			
水曜日			
木曜日			
金曜日			
土曜日			
日曜日			

給湯器 11月25日-12月1日

給湯器	消費電力 (定格出力)w		消費電力量
	給湯器種類 (遠熱式, タンク式)		
	設置場所 (浴室, 厨房, ベランダ)		
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量
例 設置値に達成する前	2050w	1/2 小时	$2050 \times 1/2h = 1025wh$
設置値に達成した後	843	1/3 小时	$843 \times 1/3h = 281wh$
月曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			
火曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			
水曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			
木曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			
金曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			
土曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			
日曜日			
設置値に達成する前			
設置値に達成した後			

洗濯機 11月18日-24日

洗濯機	消費電力 (定格出力)w		消費電力量
	設置場所 (洗面所, 厨房, ベランダ)		
	洗濯機種類 (全自動, 半自動式)		
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量
例	2050w	2/3 h	
月曜日			
火曜日			
水曜日			
木曜日			
金曜日			
土曜日			
日曜日			

小厨房(小型給湯器) 12月2日—8日

給湯器	消費電力(定格出力)w		設置値に達成する前:	W
	給湯器種類(遠熱式,タンク式)		設置値に達成した後:	W
設置場所(浴室,厨房,ベランダ)				
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量	
例	2050w	1/2h	2050 × 1/2h = 1025wh	
設置値に達成する前				
設置値に達成した後	843	1/3h	843 × 1/3h = 281wh	
月曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
火曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
水曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
木曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
金曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
土曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				
日曜日				
設置値に達成する前				
設置値に達成した後				

炊飯器 12月2日-8日

炊飯器	消費電力 w		W
	消費電力変動範囲		
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量
例	700w	1/3h	700 × 1/3 = 233wh
月曜日			
火曜日			
水曜日			
木曜日			
金曜日			
土曜日			
星期日			

IH 12月9日-15日

IH	消費電力 w		W
	消費電力変動範囲		
測定時間	消費電力	使用時間	消費電力量
例	1200w	1/3h(20分)	1200 × 1/3 = 400wh
月曜日			
火曜日			
水曜日			
木曜日			
金曜日			
土曜日			
日曜日			

電子レンジ 12月9日-15日

電子レンジ	消費電力 w	
	消費電力変動範囲	消費電力
測定時間	消費電力	消費電力量
月曜日		
火曜日		
水曜日		
木曜日		
金曜日		
土曜日		
日曜日		

電気しき毛布 12月16日-22日

電気毛布	消費電力 w	
	消費電力変動範囲	消費電力
測定時間	消費電力	消費電力量
月曜日		
火曜日		
水曜日		
木曜日		
金曜日		
土曜日		
日曜日		

水槽ヒーター 12月24日-31日

水槽ヒーター	消費電力 w	
	消費電力	消費電力量
測定時間	消費電力	消費電力量
毎日		

電気温水便座 1月1日-8日

電気便座	消費電力	
	消費電力	消費電力量
測定時間	消費電力	消費電力量
月曜日		
火曜日		
水曜日		
木曜日		
金曜日		
土曜日		
日曜日		

食器洗い 1月1日-8日

食器洗い	消費電力 w	
	消費電力	消費電力量
測定時間	消費電力	消費電力量
月曜日		
火曜日		
水曜日		
木曜日		
金曜日		
土曜日		
日曜日		

■省エネ効果調査

◇ 待機電力

家電品	待機電力量	家電品	待機電力量	家電品	待機電力量
テレビ	W	パソコン	W	冷蔵庫	W
エアコン	W	電気ヒーター	W	扇風機	W
組合音响	W	給湯器	W	洗濯機	W
電気便座	W	小厨宝	W	炊飯器	W
電子レンジ	W	給水ポット	0 W	IH	W
レンジフード	W	食器洗い	W	電気毛布	W
水槽ヒーター	W	携帯充電	W		

◇ エアコン温度調節による省エネ効果

設定温度	消費電力	省エネ効果	削減率
(1)	(3) kWh	(3)-(4)	
(2)	(4) kWh	() kWh	

◇ 電気毛布の温度調節による省エネ効果

設定温度	消費電力	省エネ効果	削減率
(1)	(3) kWh	(3)-(4)	
(2)	(4) kWh	() kWh	

調査2 家計の師支出について(元) 2012年10月, 11月, 12月

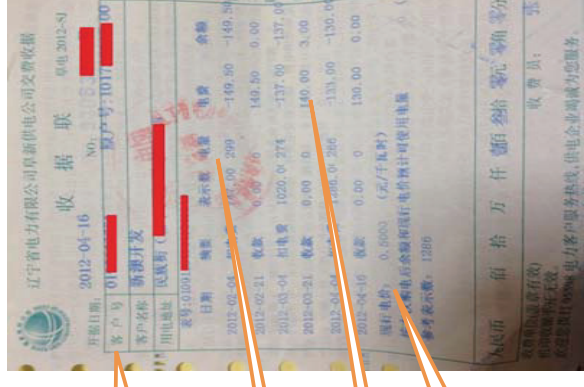
10月	電気	水費	ガス	インターネット	電話	自家用車燃料費	年間暖房費用	その他のエネルギー消費	管理費等
11月	電気	水料金	ガス	インターネット	電話	自家用車燃料費	年間暖房費用	その他のエネルギー消費	管理費等
12月	電気	水料金	ガス	インターネット	電話	自家用車燃料費	年間暖房費用	その他のエネルギー消費	管理費等

調査3 過去一年間の消費電力量

■ 過去一年間の消費電力量について調べてください。

【住宅年間の消費電力量の調べ方】

可以通过电力服务热线“95598”按照提示查询,或到供电收费窗口通过触摸屏查询,或到供电服务窗口直接查询等方式。
 (1)“电费通知单”告知:每月抄表时,在给客户的“电费通知单”中会注明截至某年某月某日的客户余额。
 (2)供电服务热线95598查询:客户拨打95598供电服务热线,提供客户号或快捷码,座席人员可以为客户查询客户使用的电量和电费。
 (3)供电局营业窗口查询:客户到供电局营业窗口,提供客户号或快捷码,服务人员可以为客户查询客户使用的电量和电费。
 (北京、沈阳等城市可凭电费收据的客户名在官方网站查询)



お客様ID
(月別電力消費量を調べるときに使用する)

使用される電力量

電気代

電気料金単価

2011年電力使用状況			2012年電力使用状況		
月	電気代 元	電力量 kwh	月	電気代 元	電力量 kwh
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			10		
11			11		
12			12		

調査 5 今回の調査を通じて、わかったこととこれまでに気が付かなかった節電方法について、ご感想などをご自由にお記入ください。

1. 電力消費測定器を用いた調査についての意見

2. 電力消費量を測定して感じたこと、気づいたこと

3. その他

調査 4. 節電に関して

A) 節電に関する考え方について自分にも近いものを選択してください。()

1. 生活は豊かになっただので、節電する必要はない。
2. 生活支出を節約するためにできる限り節電をしている。
3. 発電所は石炭を使用しているために、電力消費量の増大は都市の大気汚染をもたらしている。自分は意識して節電している。

B) 下記の行動をしていますか？ (○をつけてください)

省電方法	している	していない
1. エアコンの代わりに扇風器を使用する。		
2. エアコンの温度設定に心懸けている。		
3. 2週間1回エアコンのネットを掃除している。		
4. 定期的に冷蔵庫の音頭調節を行っている。		
5. 節電するために、冷蔵庫を詰めない。		
6. 家電品を使用しないときにけしている。		
7. テレビの明暗を調節している。		
8. 照明を使用しないときにけしている。		
9. 省エネ照明を使用している。		
10. 留守をするときに、家電品の主電源を消している。		
11. スイッチ付きのコンセントを使用する。		
12. その他の省エネ行動		

ご協力とご支援ありがとうございました。

第5章

市民の環境・省エネ意識の高揚についての
日中比較分析

第5章 市民の環境・省エネ意識の構造と高揚促進についての日中比較分析

〔第5章の全体構成について〕

本章では、市民の環境保全及び省エネルギーに関する意識（以下は環境・省エネ意識と称する）の高揚が果たす、エネルギー・環境対策への効果について検討する。5.1 東北部諸都市及び北京市の市民の環境・省エネ意識調査の実施では、第4章で述べたように、電力消費実測調査とともに実施したアンケート調査を含めた二回にわたる東北5都市（瀋陽市、大連市、阜新市、長春市、哈爾濱市）及び北京市の計6市の市民の環境保全と省エネに関する意識の結果を整理して考察する。

また、5.2 環境・省エネ意識調査結果の日中比較分析では、日本政府がこれまでに実施した環境意識に関する類似の調査結果と比較しつつ、日中の市民の環境・省エネ意識の特徴について考察する。5.3 日本における情報的手法の効用と中国への適用では、日本のエネルギー・環境対策とりわけ地球温暖化対策において、重要な政策手法とされてきた情報的手法が、どのように発達してきたのかを時間経過を追って整理するとともに、京都議定書の第一約束期間における温暖化防止対策の政策評価において情報的手法がどのように位置づけられているかを考察する。情報的手法に関する考察は、今後の中国における情報的手法の有効性を判断するにあたって重要である。

5.1 東北部都市及び北京市の市民に対する環境・省エネ意識調査の実施

5.1.1 環境・省エネ意識調査の概要

環境・省エネ意識に関するアンケート調査は、2011年9月の家庭のエネルギー消費実態調査及び2012年9月の家庭の電力消費実測調査と並行して実施した。これら二回の調査の基本的な設計は第4章で述べたが、再度まとめると表5-1-1のとおりである。

表 5-1-1 環境・省エネ意識調査の実施概要

一回目の調査		
調査都市：北京市・瀋陽市・大連市・阜新市・長春市・哈爾濱市 実施時期：2011年9月～10月 回答数：100世帯		
調査内容	狙い	調査項目
1.家電品等の購買意欲と製品の選択基準	購入における環境の優先順位（現状満足） →将来家電の伸び	リビング・寝室・厨房・洗面所・その他グループに属する家電品等の購買意欲を質問
2.家電品等を購入する際の製品の選択理由	家電品等を購入する際の製品の選択理由を明らかにする	省エネ・環境性能・デザイン性・製品価格とコストパフォーマンスについて主観的判断で回答
3.市民の省エネ行動と意識	市民の省エネ行動と意識について把握	節電・節水等に関する省エネ項目の実施について質問
4.省エネの動機付け		家計の節約（経済的動機）、省エネ・環境保護（環境意識）、生活習慣に区分して都市別に集
二回目の調査		
調査都市：北京市・瀋陽市・大連市・阜新市・長春市 実施時期：2012年10月～2013年3月 回答数：25世帯		
調査内容	狙い	調査項目
1.電力消費測定器を用いた調査についての意見	・測定機器の導入に可能性 ・「見える化」の効果及び課題	[測定調査に関する課題] [測定調査後の感想] [その他の情報]
2.電力消費量を測定して感じたこと		

また、環境・省エネ意識調査の個別項目を列挙すると以下のとおりとなる。

2011年の調査においては、中国東北部の都市住民を対象に、家電品等の購買意欲と製品の選択基準、これまでの省エネ行動、省エネ行動の動機について質問した。2011年の調査原票は添付1のとおりである。

また、2012年に実施した調査では市民の省エネ行動、省エネ行動の動機の再確認を踏まえて、

- ① 電力消費測定器を用いた調査の実施方法についての意見、
- ② 電力消費量を測定して感じたこと、気づいたこと
- ③ 電力消費量の測定実施後の環境・省エネ意識の変化

についてアンケート調査を行った。なお、2012年の調査原票は添付2に示したとおりである。

5.1.2 環境・省エネ意識調査結果の集計及び考察

1. 2011年のアンケート調査結果について

(1) 家電品等の購買意欲と製品の選択基準

今後の家電品の購買意欲、消費観念と経済的な要因の影響を明らかにするために設定したアンケート項目では、家電品の使用場所を(1)リビング(照明器具・掃除機・除湿機・電気毛布・テレビ・DVDPLAYER・テープレコーダ・電気ストーブ)、(2)寝室(照明・扇風器・音響・プリンタ・スキャナー・パソコン・エアコン)、(3)厨

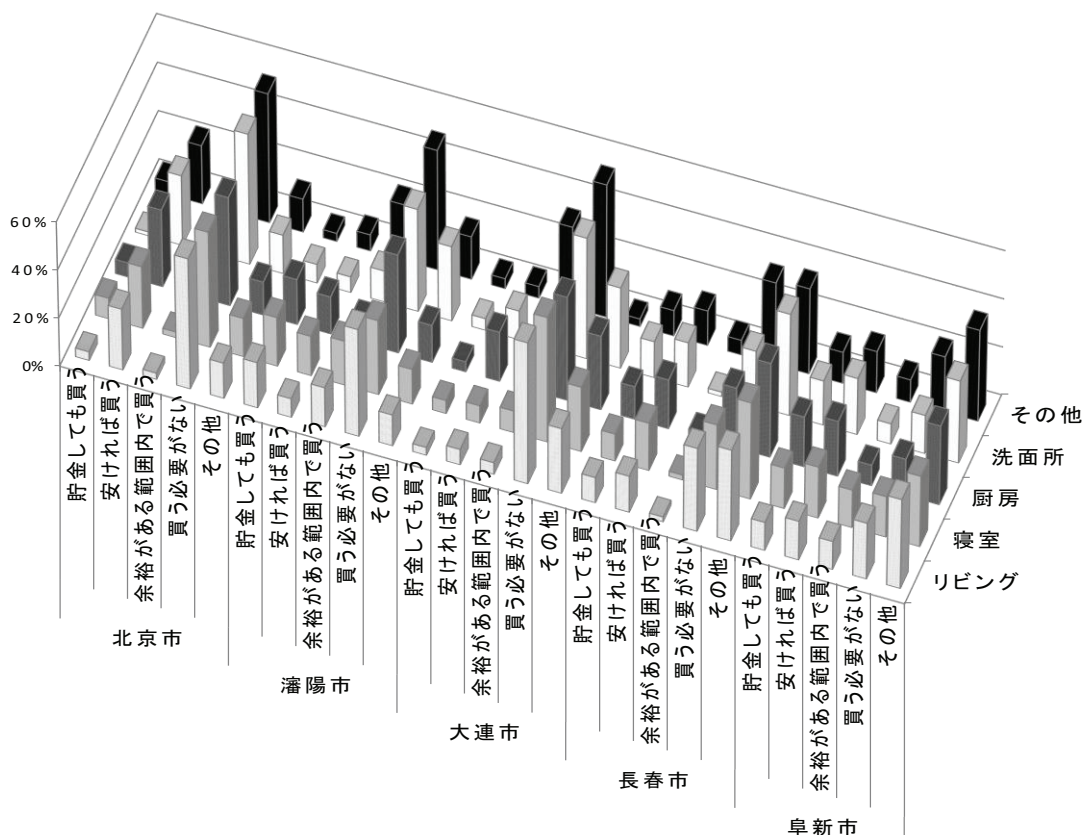


図 5-1-1 都市別の住民の家電品の購買意欲

房（ガスストーブ・IH・レンジ・飲水器・炊飯器・冷蔵庫・食器洗浄器），（4）洗面所（アイロン・ドライヤ・洗濯機・乾燥機・給湯器・電気便座），（5）その他（カメラ・ビデオカメラ・電動自転車・MP4）に分け，それぞれのグループに属する家電品等の購買意欲を質問した。

購買意欲を計る選択肢として，①貯金しても購入する，②安ければ購入する，③余裕のある範囲内で購入する，④買う必要がない，⑤その他，を設定した。回答を集計すると図5のとおりで，貯金しても購入する・安ければ購入する・余裕のある範囲内で購入すると回答した合計数を“家電品の購買意欲がある”として集計すると北京市では35%，瀋陽市で40%，大連市で24%，阜新市で47%，長春市で32%であった。

このうち，貯金しても購入するという強い購買意欲を持つ人の比率が高いのは阜新市16%，瀋陽市14%，長春市12%であった。家電品の保有率の高い北京市においては購入の必要がないと答える人が多く，これについて大連市と瀋陽市でも購入の必要がないとの回答が多くなっている。

（2）省エネ行動

アンケート調査では市民の省エネ行動と意識についても一連の質問をした。その結果を集計すると図5-1-2のとおりである。「節電のためにエアコンの使用頻度を減らすか」という質問に対して，「している」，「多少している」と回答したのは北京市ではエアコン所有者の77%，瀋陽市では50%，大連市で100%，阜新市で60%，長春市では86%であった。「エアコンの冷房温度を高め設定するよう心掛けるか」という質問に対しては「している」，「多少している」との回答は，海に面しているため夏は高温多湿な大連市を除き，他の都市では40%以上に達している。北京市は最も高く82%であった。また，「シャワー時間を短くする」，「食器洗いにお湯をできるだけ使わない」「洗面時に水道水を出したままにしない」という節水への心懸けは比較的水に恵まれている大連市民では意識が薄い，ほかの都市は「している」「多少している」の回答者が多かった。しかし，給湯器と比べて早い時期から家庭に普及した洗濯機の便利性に慣れたため「節水のために洗濯機の使用頻度を減らすか」との質問にはほぼ半数の回答者が「考えたことがない」「あまりやらない」「やらない」「できない」と回答している。「節電のために冷蔵庫の中にあまり物を詰めない」という項目に，北京市と瀋陽市が「している」「多少している」いる「多少している」と答えた人は50%以上であるかわりに，ほかの都市では「考えたことがない」「あまりやらない」「やらない」「できない」に偏っている。このような細かい省エネ知識はまだ十分に普及していないとみられる。「テレビを見ないときに電源を切る」「使用しない家電品の電源を切る」「使用しない照明を消す」という非常に簡単な省エネ行動はほとんどの回答者が「している」と答えている。「白熱灯から蛍光灯へ切り替える」という手間がかかる努力を「している」と答える人は北京市では50%，他の都市30%以下である。一方で「家電品を買う際に省エネ製品を選ぶか」との質問に対して「している」「多少できる」と回答は全回答中の60%以上であり，長期的には製品価格の低下に伴って，日本と同様に省エネ型照明が普及していくものとみられる。

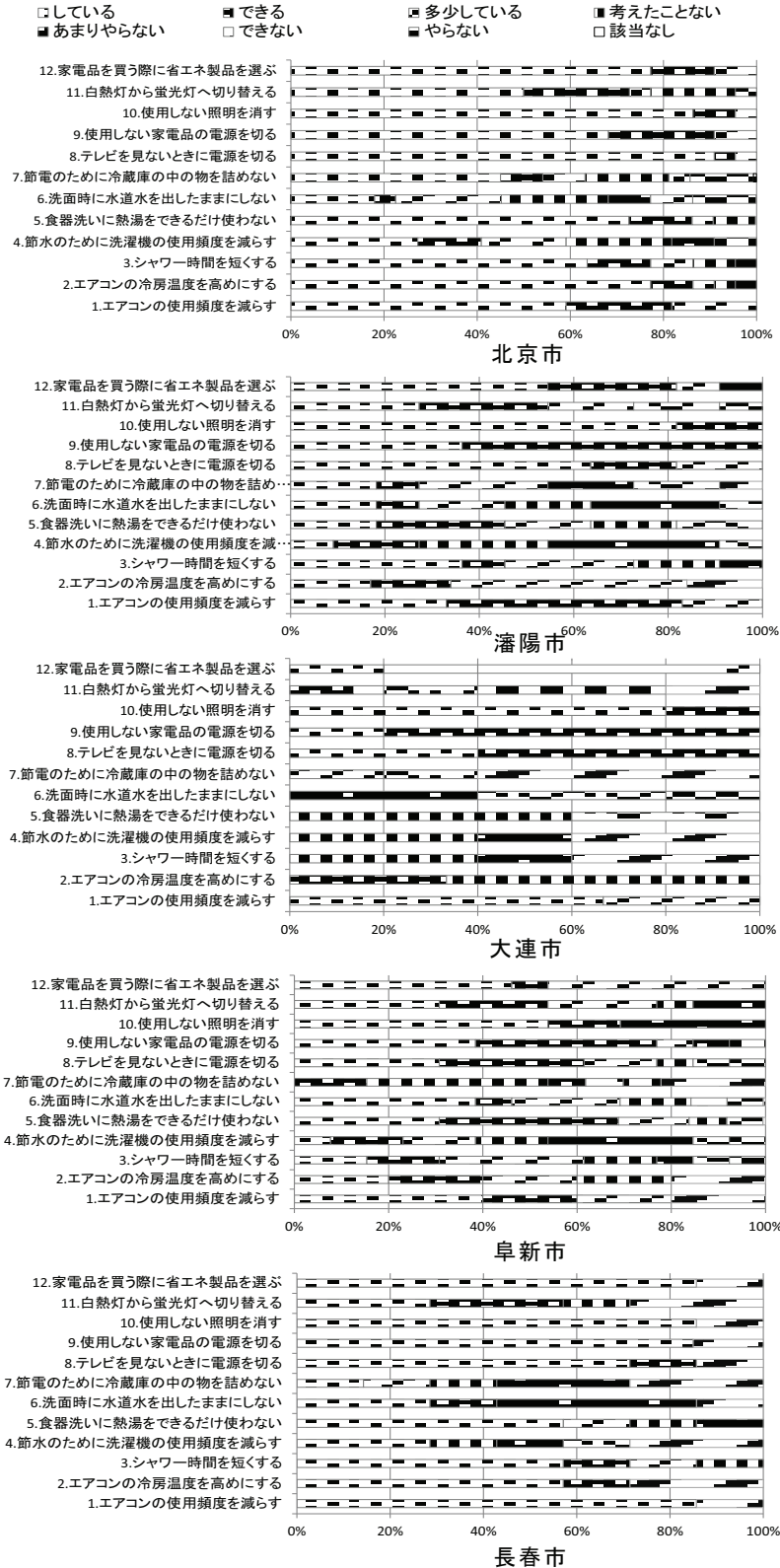


図 5-1-2 都市別の省エネ行動への意欲

また、人々の省エネ行動の動機を（1）家計の節約（経済的動機）、（2）省エネ・環境保護（環境意識）、（3）生活習慣に区分して都市別に集計すると図 5-1-3 のようになる。北京市では省エネ・環境保護と回答する人が最も多く 61%で、省エネや環境保全

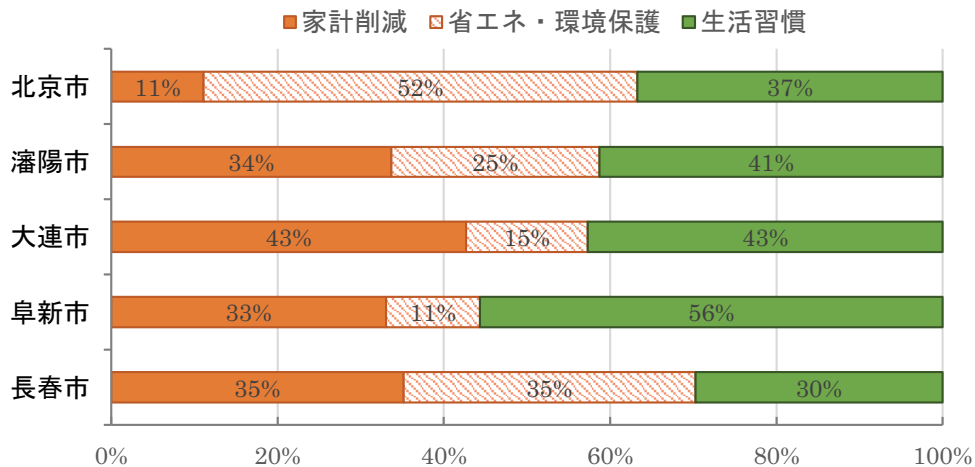


図 5-1-3 5都市の住民の省エネ行動の動機づけに関する回答

への知識が深まっていることがうかがえる。対して他の都市では、いまだ生活習慣と家計支出の節約が主要な動機となっている。

さらに、アンケート調査において家電品等を購入する際の製品の選択理由を聞いたところ、全都市を通じて、省エネ・環境性能やデザイン性よりも、製品価格とコストパフォーマンスを重視する傾向が明らかとなった（図 5-1-4）。重視度は「低い」から「高い」までを 1～6 の 6 段階に分け主観的判断で回答してもらった。

都市別に詳しく見ると、北京市では価格を重視する世帯はもっとも低く、環境性能を重視する世帯がもっとも高くなっている。消費生活における経済的な余裕の増加によって環境への配慮意識を標榜する市民の比率が高まるという一般的な傾向が表れている。

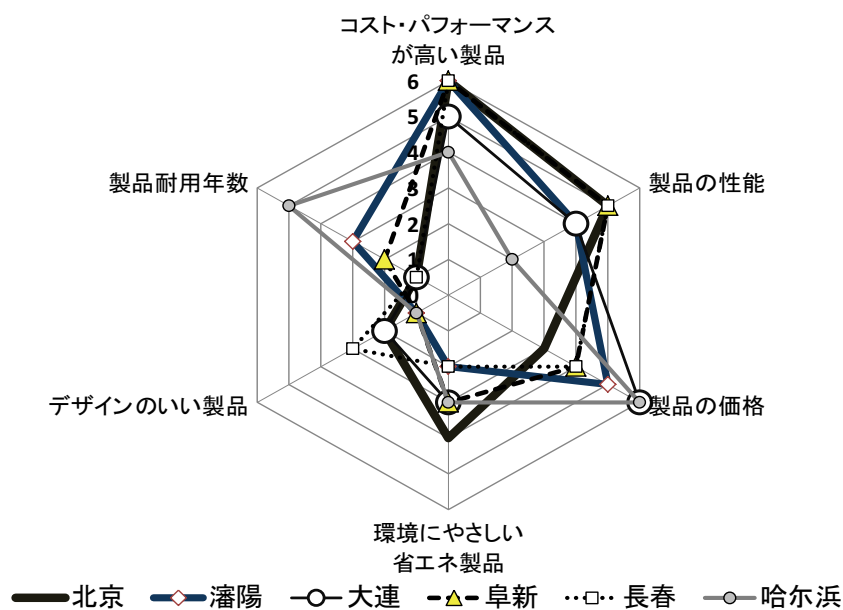


図 5-1-4 家電品等を購入する際の製品の選択理由

(3) 市民の省エネ・環境意識に関する傾向分析

調査で得られた主な結論とそれに関する考察をまとめると以下のとおりである。

家電品等の製品の選択基準及び省エネ行動を動機付ける要因に関しては次のようなことが分かった。家電品等の製品の選択基準に関しては、全般的にデザインや環境性よりも、製品の性能と価格の安さが製品購入の強い動機となっている。また、省エネ行動の動機についても家計の経済性と生活習慣が支配的な要因であり、環境意識は強いものではない。ただし、北京市では環境への配慮意識を標榜する市民の比率が高まる傾向が明確となった。これは北京市の住民に経済的な余裕が生まれつつあるこる環境教育の効果が市民の中に生じているためと考えられる。今後、家庭部門での家電品やエネルギー消費機器の利用が増加する中で、省エネ意識を確実に定着させることが非常に重要になっている。

2. 2012年調査について

(1) 省エネ・環境保全意識に関する調査結果について

2012年調査は電力消費実態に関する調査の一環として、協力が得られた25世帯の方々に、省エネ及び環境保全に関する意識に関して以下のようなアンケート調査を行った。

1) 電力消費測定器を用いた調査についての意見

2) 電力消費量を測定して感じたこと、気づいたこと（電力消費量の測定実施後の環境・省エネ意識の変化を含む）

3) その他

このアンケート調査に対して以下のような回答を得た。

【測定調査に関する課題】

①データ記録の作業が煩雑である。

②一部のコンセントにワットチェッカーの形状が合わない(瀋陽市・長春市の場合)

【測定調査後の感想】

①電力消費量測定機器の導入は省エネ・環境保全意識を高揚する効果がある。

②電化製品の電力消費量が見えて、待機電力を含む電力消費を削減につながる。

③測定の経験を契機に電力消費に関心が高まった。

④これまでに気づかない家電品の特徴と電力消費量を知ることができた。

⑤電力消費量の測定値と定格消費電力値とが合わないことに気づいた。

【その他の情報】

①すでに、スイッチ付きコンセント使用等の省エネ行動を実施している。

②電力会社からの電力使用量の通知シートを保管する家庭はほとんどない。

③地区によっては家庭内のエネルギー消費量（電力を含む）をプリペイドカード方式で行っており、電力消費量の把握が難しくなっている。

以上のアンケートに対する回答を、電力消費実測調査の結果と組み合わせて活用し、中国東北部における今後の住宅・家庭部門での有効な省エネの戸別対策や社会システムの在り方を検討する必要がある。

(2) モニターの省エネ・環境保全意識について

今回電力の実測調査にご協力をいただいた 25 世帯の方々に対して、調査への参加に関する経験を問うたところ、省エネ・環境保全の意識の高まりを感じさせる意見や、実際の電力消費量が定格と合致しないなどの疑問・気づきに関する意見が多く寄せられた。一方で、調査の依頼内容が煩雑であるとの意見や、データ読み取りが負担になるとの意見もあり、今後、調査方法の簡素化など負担軽減のための工夫が必要であることがわかった。

5.2 環境・省エネ意識調査結果の日中比較分析

中国東北部 5 都市の市市民の環境・省エネ意識の結果と、日本の内閣府が実施した環境に関する国民生活モニター調査と比較して分析し、日中間の意識の差異を考察し、今後の中国における省エネ対策を実施する上での課題として整理する。

5.2.1 日本の内閣府が実施した環境に関する世論調査と比較・分析

日本では環境意識に関する調査は多く実施されているが、この中で最も対象者数が多く、また正確性が高い日本の内閣府が実施した意識調査を対象に、中国東北部 6 都市の市民の環境・省エネ意識の結果と比較してみた。国民生活モニターを対象としたこの調査は 2006、2007、2008 年に 3 回実施されており、調査結果は日本政府の今後の施策展開の基礎資料として活用されている。

この調査の第 1 部の「環境に配慮した日常生活に関する国民の意識・行動調査」では①地球環境問題や省資源・省エネルギーに対する意識と取組の状況、②「環境にやさしい買い物」に対する意識と取組の状況等、国民の意識・行動の実態を把握するためのもので、第 2 部の「消費行動に関する意識・行動調査」においては、社会的価値行動、消費者権利の保護など昨今の消費者の意識・行動について、国民生活モニター制度を活用して、その影響や意識等を把握し、国民生活安定のため、機動的かつ適切な行政の促進を図り、基本的な政策の企画及び立案並びに推進に関する所掌事務への活用を図ることが企図されている。

日本の内閣府のモニター調査の 2008 年実施分は 3 年間の調査のまとめとなっている。そこで 2008 年の調査項目とこれまでに筆者が実施した中国東北部の諸都市での省エネ意識調査とを比較すると、それぞれの調査の特徴は以下の表のとおりである。なお、国民生活モニターの第 2 部消費行動に関する意識・行動調査について、環境・省エネ行動に関する項目のみ利用した。

表 5-2-1 日中両国の省エネ意識調査の比較

項目	日本（2008 年実施分）		中国	
	概要 回答状況	調査特徴	概要	調査特徴
対象者 人	1,810	回答者の属性 （性別、年齢・職 業）の構成を明記	計 125 1 回 100 2 回 25 （重複 4 世 帯）	回答者の属性 （性別、年齢 の構成を明 記）
第一部 1. ①地球温暖化防止の ための日常生活におけ る取組	積極的に取り組 みをしている回 答率が高い。	これまでの 3 回調 査継続的に比較を 行った。	項目なし	該当なし
②日常生活で実際に 行っている省エネ行動	調査項目 21 個 ・使用しない電気 器具はこまめに 消す ・シャワーのお湯 をしっぱなしに しない	最も行われている 省エネ行動の順位 付けあり	調査項目 12 調査内容が 類似	省エネ行動の 実施率を集計

③夏季や冬季の省エネルギーに関する政府の広報について、「お願いの内容を知っている」とする	89.3%	省エネルギーに関する政府の広報の効果把握	項目なし	該当なし
2. ①日常の買い物の際に、ごみ・資源・エネルギーなど環境のことについて	考えているという者約9割	総括な質問である	項目なし	
②常の買い物の際に実践している環境配慮行動	日常の買い物するときに環境配慮行動がとられている。 家電製品などは、省資源・省エネルギー型のものを選ぶ63.4% 環境配慮に取り組んでいる店舗や企業の商品を買う17.4%	生活用品（詰め替え用の商品、レジ袋等）の購入を中心 家電製品・環境配慮店舗や企業で買い物などの質問がある	家電製品などは、省資源・省エネルギー型のものを選ぶ	家電品を対象に調査
③常の買い物の際に、環境配慮行動の妨げになっていること	日常の買い物レジ袋はごみ袋として使用、簡易包装は少ない、環境配慮消費の価格が高い等	調査結果は環境配慮行動の妨げになっていることを現状として把握できる	調査項目なし (日常の買い物の中に簡易包装は多い)	調査内容の把握はできているためにこちらの項目は設定してない。
3. 冊子「エコライフ・ハンドブック」並びに「CSR」及び「SRI」という言葉の認知度	認知度が低い	宣伝が多い反面、認知度が低いことがみられている	項目なし	該当なし
第二部 1. 環境や社会的価値に配慮した企業の製品やサービスの購入経験について	女性の半数が購入経験ありと回答	企業が環境や社会的によいとされている価値についての配慮を確認	家電品を購入する際の選択基準を調査(製品性能・省エネルギー性、デザイン等)	
2. 環境や社会的価値に配慮しない行動を理由にその企業の製品やサービスを買わないよう誰かに忠告や助言をした経験がある人	28.8%	調査対象者の周囲、社会環境の中に、環境意識の浸透を確認	項目なし	該当なし
そのほか	異なる地域の調査ではない。	都市間の比較的なものではない。	省エネ行動の動機付けについて調査	市民の省エネ行動の原動力を確認できた。都市間の差を分析

出所：平成20年度国民生活モニター調査結果（内閣府国民生活局）¹と中国東北部アンケート調査結果に基づき筆者作成

ここでは、主に調査内容設計と調査対象の市民省エネ意識と行動の二つの視点を合わせて比較検討を行った。

(1) 環境に配慮した日常生活に関する国民意識と行動に関する比較検討

環境に配慮した日常生活に関する国民の意識・行動調査に関して、日本ではより具体的に市民意識を把握するための省エネ（省資源利用，リサイクル，省エネ製品），環境配慮・省エネ製品への認識等幅広分野の関連項目が設定されている。

本研究と対比できる類似の項目として「不必要な電灯や冷暖房器具はこまめに消す」，「シャワーのお湯を流しっぱなしにしない」，「部屋の冷暖房を控えめにするなどの行動」，「テレビ，ラジオのつけっぱなしをやめたり，視聴時間を減らす」，「電気製品を長時間使用しないときは，主電源を切ったりコンセントを抜く」等 8 項目がある（5-2-2），回答結果は図 5-2-1 のようになっている。

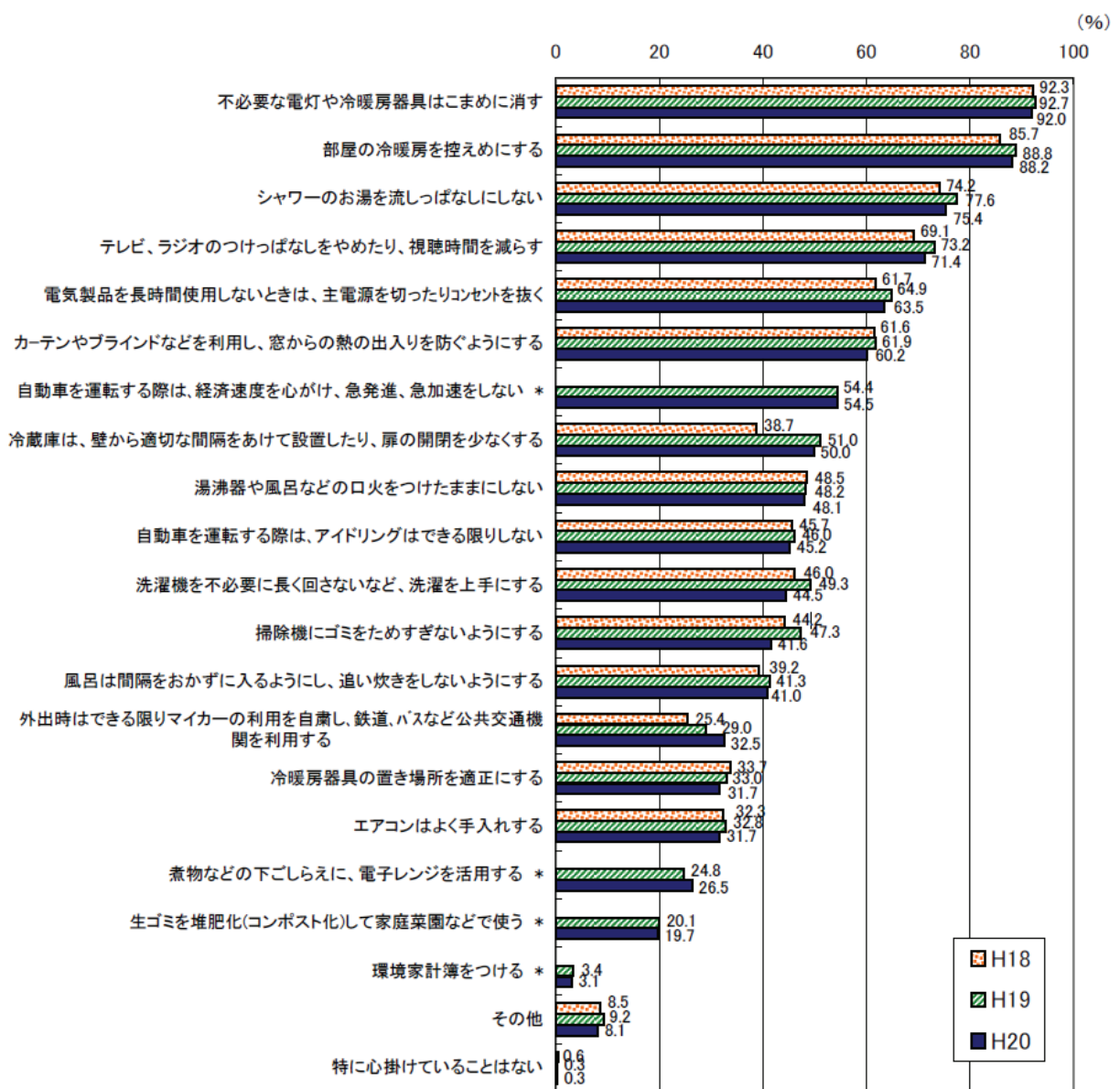


図 5-2-1 日常生活で実際に行っている省エネ行動 注：* 印は 2007 年の調査事項を示す。
出所：平成 20 年度国民生活モニター調査結果（内閣府国民生活局）¹

表 5-2-2 中国東北部と日本モニター調査との類似な項目

不必要な電灯や冷暖房器具はこまめに消す.	シャワーのお湯を流しっぱなしにしない
部屋の冷暖房を控えめにするなどの行動.	冷蔵庫は、壁から適切な間隔をあけて設置したり、扉の開閉を少なくする.
テレビ、ラジオのつけっぱなしをやめたり、視聴時間を減らす.	洗濯機を不必要に回さない.
電気製品を長時間使用しないときは、主電源を切ったり、コンセントを抜く.	エアコンをよく手入れする.

省エネ行動の実施に関して、「不必要な電灯や冷暖房器具はこまめに消す」のような簡単な省エネ取組は両調査の対象者とも大きな差がなく実施されている。エアコンを多く利用している日本では「部屋の冷暖房を控えめにするなどの行動」をしている人の割合が 80% に対して、中国の調査都市の中に海に面しているため夏は高温多湿な大連市を除き、他の都市では 40% 以上に達している。北京市は最も高く 82% であった。日本とほぼ変わらない。また、水の使い方「シャワー時間を短くする」、「食器洗いに熱湯をできるだけ使わない」、「洗面時に水道水を出したままにしない」という節水への心懸けに対して、両調査とも「している」、「多少している」の回答者が多かった。比較的水に恵まれている大連市民では意識が薄い。細やかな省エネ行動である「冷蔵庫は、壁から適切な間隔をあけて設置したり、扉の開閉を少なくする。」に関しても、北京は日本の回答と同程度で、5 割を超えている。他の調査都市はほとんどしてないのが現状である。

省エネの動機について北京市は省エネ・環境保護と回答する人が最も多い、また日本と比べても同程度である。他の調査都市では北京市に比べて、経済レベル・地勢的な違いによって、省エネ意識の動機は家庭の節約・生活習慣に偏っているが、一般的な省エネ行動は積極的に実施されている。一方、きめ細かな省エネ知識や、省エネの手法の普及はまだ市民の中で深まっていないことが分かる。

以上のほか、日本で独自に行っている省エネ行動の中には、厨房の家電品の省エネ的な利用方法として「煮物などの下ごしらえに、電子レンジを活用する」、ごみの分別リサイクルの協力に関する項目等、また、自家用車の保有率が高い中で「自動車のエコ運転」、「自家用車の利用率に関する項目」も質問に加えられている。さらに、夏季や冬季の省エネルギーに関する政府の広報についての理解度についても調査している。

日常の買い物の際に環境負荷が少ない商品と店舗を選ぶのに際して、グリーンコンシューマーの活動を通じて「環境に配慮した商品を購入して、消費者にわかりやすく伝える」「子どもたちに対して、環境に配慮した買い物などに関する環境教育を行う」「店舗や企業に対して、環境配慮に関して取り組んでほしいことを的確に伝える」などを期待するとする回答が 5 割以上であることが判明した。

政府が主導する国民プロジェクトの認知度に関する調査の中で、「チーム・マイナス 6%」運動における CO₂削減提案の内容を知っているのは 43.2%、また、提案されている 6 つのアクションの中で実行している項目があると回答する人は 8 割を占めている。

(2) 消費行動に関する意識・行動調査

内閣府の消費行動に関する意識・行動調査において「企業が環境や社会的によいとされている価値に関して配慮しているかどうかによってその企業の製品やサービスを買うか買わないか決めて人」の中で女性が日本では半数以上である。中国の調査結果によれば、北京においては製品を購入する際に省エネ性を最も重視しており、これは日本と同様である。他の都市はコストパフォーマンスが高い製品の購入割合が高い。しかし、このことが直ちに省エネ性能が低い製品を選択したことにはならない。近年、中国では積極的に省エネ製品の販売を推進してきた。その結果、省エネ製品の市場占有率は急速に高まっている。

内閣府の調査における質問項目「ある特定の企業が、環境や社会的によいとされている価値に配慮しない行動をとっていることを理由に、家族を含めて誰かにその企業の製品やサービスを買わないように忠告や助言をしたことがある」に対して Yes と回答した人は 28.8%、また、「商品やサービスを買おうと思った時に関連情報を探すためにインターネットを活用している」との項目に Yes と回答した人が 65.1%であった。これらの項目を通じて調査対象者の周囲、社会環境の中に、環境意識の浸透状況を確認できると考えられる。

5.2.2 今後の中国における省エネ対策を実施する上での課題

環境・省エネ意識調査の結果に関する日中比較分析を踏まえて、今後の中国における省エネ対策を実施する上での課題をまとめると下記のようなになる。

(1) 日常生活における市民の省エネ行動の実施率をみると、北京市では日本と同程度に高い。他の調査都市の実施率は都市の地勢的要因（気候の寒暖によるエアコン利用方法、水資源の潤沢さによる節水行動など）によって影響されるものの、実施率はやや低い。その理由は省エネ効果を高める知識に欠けていることにある。このことから、きめ細かな省エネ知識や、省エネの手法の普及はまだ市民の中で深まっていなかった。

省エネ行動の動機についても北京市は省エネ・環境保護と回答する人が最も多く、日本と比べても同程度である。他の調査都市との比較においては、省エネ意識の動機は家庭の節約・生活習慣が主な理由になっている。したがって、環境への配慮以前に、経済意識・倫理意識に基づく自主的な節約行動をとっているといえる。

市民が「環境」を行動の動機とするまでは、環境保全を前面に掲げた省エネ行動の唱導効果は低いと考えられる。しかし、環境保全を底上げするために、常にきめ細かい省エネ意識の普及啓発活動が必要になる。生活が豊かになっていく中で、これまでとられている節約行動の継続性、環境配慮・省エネ行動を重視する方向にシフトさせるためには、省エネ知識と省エネ手法に関する情報の提供が望まれる。

(2) 中国国内ではすでに省エネに関する広報宣伝活動は多数実施されている。これらの取り組みを継続的に実施するために、調査対象者の省エネ意識、市民の省エネ取組への理認識を把握し、それを踏まえてより効果的に広報活動を展開することが求められる。

中国東北部の調査では生活用品・家電品の購買意欲などに関する質問項目を設けた。市民の購買意欲と商品の購入傾向、市民の省エネ行動（経済的要因・環境省エネ的要因・生活習慣）の原動力を確認できた。一方、日本の調査では環境配慮・省エネに関する項目（省エネ行動の実施・日常の買い物の際、環境に配慮して実践していること、環境に配慮した行動の妨げとなっていること）はより幅広い分野の省エネ行動の実施に関する質問項目が

設定されている。

日本の調査を参考に市民の目線に立って、市民自身の環境配慮と省エネ行動・政府への取り組みへの理解・企業に対する期待を含めて、中国の現状に合わせて調査内容を充実させ、より全面的に市民意識を把握することが必要である。

一方、日本の調査結果からは、夏季や冬季の省エネルギーに関する政府の広報についての理解度が高いことがわかるが、これは政府主導の国民への環境配慮・省エネに関する情報発信が効果的であることを示している。しかし、省エネ行動の詳細なマニュアル情報が掲載されている、内閣府国民生活局が発行した冊子「エコライフ・ハンドブック」を「読んだり、ホームページで見たことがある」とする者の割合は11.8%にとどまっている。ことから、省エネ行動をさらに進めるためには、こうしたきめ細かい省エネ情報が国民に浸透するような、効果的な普及啓発のための政策手段の強化が必要と考えられる。

(3) 商品を生産する企業・販売業者への規制・制度の導入については政府が主導的な役割果たす必要がある一方で、積極的にイメージアップ・売り上げの向上に関する取組を行う事業者に対して、市民の理解・認知・期待・監督が求められている。これは企業が環境配慮・省エネを考慮する社会的責任感を高めるための原動力であり、環境配慮型の社会環境を形成するという好循環を実現させていくことにもつながると思われる。

5.3 日本における情報的手法の効用と中国への適用

以上の分析を通じてわかるように、今後の都市生活型公害に対する政策においては都市のインフラ整備における環境配慮と、市民の参加を促すことが重要である。日本では市民の環境意識と普及啓発促進のための政策が数多く導入されてきた。日本の政策の有効性を検証することを通じて、今後の中国の政策展開への貴重な経験則が提供できる。しかし、環境保全に係る国民の周知度が高いのに比して、政策効果の学術的な分析は少ないのが現状である。

本節では、家庭のエネルギー需要、特に電力消費の増大を見込んで、市民意識の改革と生活様式の改善といった視点から、家庭部門での実効ある省エネ対策を推進するための方策を検討することが目的とする。

このために重要性を増す日本情報的手法の結果を追跡しながら、省エネ意識高揚の焦点を絞って分析を行う。

5.3.1 日本の省エネ対策に係る情報的手法

1. 情報的手法の定義と意義

一般的に環境政策の手法は、①規制的手法、②経済的手法、③情報的手法に区分される。1. 規制的手法の多くは定量的な規制値を導入して環境負荷を厳格に管理する方法で、主に公害対策や有害物質対策などにおいて用いられる。また、経済的手法は補助金、税の導入によって事業活動や社会行動をより環境負荷が少ない方向に誘導するものであり、規制を補完したり、規制的な措置に馴染まない環境問題に対して有効とされている。温暖化問題と廃棄物・リサイクル問題は経済と密接に関わる環境課題であるため、経済的手法が特に有効であると考えられており、京都議定書に基づく京都メカニズムや環境税（炭素税）、自動車税のグリーン化は経済的手法の代表的なものである。また、太陽光発電等の新エネルギー導入促進のための補助金や FIT（固定価格取引制度）も経済的な手法である。

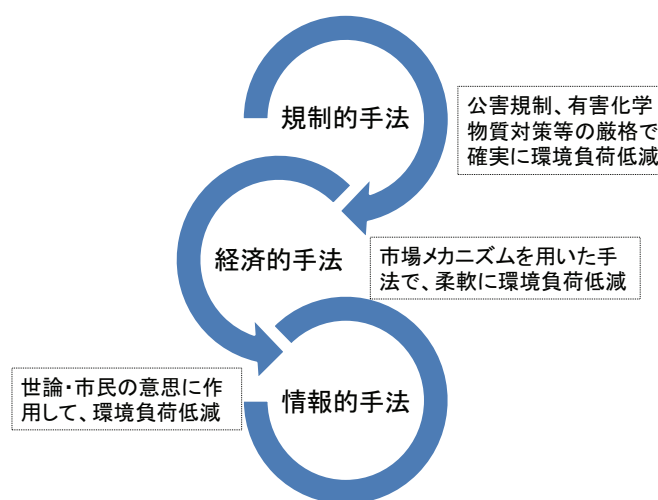


図 5-3-1 環境政策の三つの主要方法

これに対して、情報的手法とは、「ターゲットの環境情報が他の主体に伝わる仕組みとすることにより、ターゲットによって一定の作為（あるいは不作為）が選択されるよう誘導する手法」（倉阪，2008）²、「環境保全活動に積極的な事業者や環境負荷の少ない製品などを、投資や購入等に際して選択できるように、事業活動や製品・サービスに関して、環境負荷などに関する情報の開示と提供を進める手法」環境基本計画などと説明されている。倉阪は情報的手法を「環境情報に関する説明責任を求め、それを他の主体の目に晒し

て社会的プレッシャーをかけることによって、環境保全上望ましい行動に誘導する手法である」としている。情報的手法の典型的なものとして、事業者の環境報告書や、各種製品の環境ラベル（エコラベル）を挙げることができる。情報的手法は他の手段と明確に区別することが難しい場合が多い。例えば、コンプライアンス（法の遵守）を事業者が誇示する手段として用いられる場合には規制的手法と重なることがあり、規制的手法の中にも大気汚染防止法に基づくばい煙の測定義務があり情報的手法の性格を帯びているほか、PRTR法に基づく有害化学物質の環境への排出量の報告義務のように情報的手法が法律の大きな狙いとなっている場合もある。省エネ法の基準は規制に属するが、基準の達成状況の表示は製品を購入する場合の消費者に対しては強い情報的手法となる。また、エコポイント制度のように経済的手法と相俟って効果を発揮することもある。

情報的手法のもっとも大きな意義は、非経済的な意味での市民や世論の判断を通じて、環境保全の行動を促進することができることにある。ある事業者の環境負荷や環境保全への熱意を、他の事業者と比較可能な状況を作り出すことによって差別化が可能となり、それが市場での優位性につながることを期待されている。また、製品に着目すれば、ある製品の製造、使用、廃棄における環境負荷を比較可能にすることによって、消費者の製品の選択をより環境保全的なものに誘導する効果も期待できる。

そのほかに、環境情報の社会での流通が促進されると、政策実施者にとっても事業者の環境活動や製品の環境性能の比較判断に有効に活用することができるなどの効果を持つてくる。

2. 本稿における情報的手法の拡大解釈

本稿において情報的手法に注目する理由は、温暖化防止対策や省エネ対策においては、規制的手法の有効性に限界があり、経済的な手法と並んで情報的手法が期待されてきたからである。温暖化防止対策における情報的手法の代表的な例としては、LCAに基づくカーボンフットプリント、環境負荷の見える化などがある。しかし、温暖化対策や省エネ対策は非常に広範にわたっていることから、上で述べた本来の意味での狭い範囲の情報手法だけでなく、いろいろなバリエーションが存在すると思われる。例えば、1996年の審査規格ISO14001の規格化によって企業・団体の環境取組みの促進に大きく貢献してきた環境管理（EMS）や、最近ガイドライン規格ISO26000が整備されたCSRも、温暖化対策を進める上で特に重要な役割を果たすと考えられている。企業・団体がEMS及びCSRの実施状況に関する情報を環境報告書などの広報手段を通じて発信することも情報的手法の一つとして検討することが情報的手法の全体の特性と効果を分析する上で重要となる。時間経過の中様々な情報的手法の歩みを辿ってみることとする。

日本ではサマータイムの導入が省エネ効果をもつと考えられ、これまで数度にわたって政治家による議論や行政機関における検討が行われたが、社会的な影響が大きいことや効果が明確に把握できないとしていまだに実現していない。一方、クールビズの導入は2005年に当時の小池百合子環境大臣の発案で提唱されたが、通常の普及啓発活動を超える大きな影響をファッション業界と国民意識に与え、政策効果を発揮したとされている。こうした多彩な情報的手法を視野に入れて研究を進める必要があると考える。

このため、本研究では通常の情的手法の定義にとらわれずに、できるだけ幅広く情的手法をとらえ、それらを系統的に分類しながらそれぞれの特性に着目しながら再整理を行い、政策上の効果分析と評価づけを行うことが重要であると考えている。なお、情的手法は導入時に注目されるが、各情的手法の実施によって環境負荷（温暖化対策に関してはCO₂排出量）の削減にどのように作用したのか、また、ネット（総体）としてどの程度の削減量を実現できたのかを明確にする努力は政策上あまり行われていない。また、それについては学術的な立場からもあまり関心もたれていない。したがって、本研究では情的手法が普及・定着するまでのプロセスや衰退する原因、他の要因によって効果が相殺される可能性などを定性的に分析するとともに、主要な情的手法のいくつかについては、定量的な分析例に着目し、環境政策における情的手法の効果をできるだけ明らかにする。

以上のことから、本研究ではとりあえず、環境対策手法の中から、規制的手段と経済的手法を除いた手法をいったん情的手法として扱い、その中から温暖化対策及び省エネ対策と密接に関連するものを絞って抽出し、それらを系統的に分類していくことにする。

3. 温暖化対策及び省エネ対策における情的手法の発達について

日本における省エネ対策に関する情的手法の発達は、1973年～1980年頃までの第一次、第二次石油危機の勃発に始まるが、その後のバブル経済の時期に一旦後退している。その後、地球温暖化問題が重要な環境問題となってから、省エネの重要性が再認識され、日本の政府は温暖化対策と省エネ対策を一体的に進めてきた。1992年のリオでの地球サミットを頂点として環境問題が世界の政治のもっとも重要な議題とされた時期の前後から、環境保全及び持続可能な社会を実現するために、新しい環境対策の手法が開発されてきた。

そこで本研究では、1990年前後から2010年度に至るまでの温暖化・省エネ政策に関連する施策を、本分野の専門紙である『週刊エネルギーと環境』に掲載された記事等をベースにして抽出し、それを母集団として詳細な分析を試みることにした。

これまでの作業で把握できた主要な施策を、環境議論の中に登場した年代順にまとめるとおよそ表5-3-1のようになる。

表 5-3-1 主要な情報的手法の発生時期とその特徴

年	手法の名称	趣旨及び特徴	備考
1989	エコマーク	環境省によりエコ製品の認証	旧ドイツが起源
1989	環境ラベル制度	三つの実施方法 ①第三者機関による認証制度（エコマークと国際エネルギースタープログラム） ②企業の事項宣言による環境主張（省エネラベリング制度・環境共生住宅認定制度・グリーンマーク等） ③製品の環境負荷の定量的データののみ表示	後に、国際標準化機構の ISO 14020 によって環境ラベルについての運用規定が定められた
1992	ISO14000	第3者による認証制度	産業界は「持続可能な開発のための経済人会議（BCSD）」が、国際標準化機構（ISO）に国際規格化の検討に要請
1994.7	サマータイム（導入構想）	エネ庁の懇談会が省エネ効果を示し「サマータイム立法化」を提言	長期エネ需給見通しの目標達成の方策の一つとして位置づけたため
1994.7	ISO14000 シリーズ	国際規格を受けて国内体制の整備に着手（通産省）	
1994.10	ISO14000	ISO の環境管理システムの国際規格の原案が纏まり、各国で検討	
1995.5	サマータイム（導入構想）	サマータイム法案の調整が難航 必要削減量 700 万 kl のうち 55 万 kl 省エネ	一部の議員連盟ができていた 環境庁は逆効果防止措置もと慎重
1995	LCA	日本では産官学の協力により LCA 日本フォーラムが設立 データベースの必要性などがポリシーステートメントとしてまとめられた	1969年に米国で（フランクリン研究所）リターナーナブル瓶と飲料缶の環境負荷評価が LCA の基礎を築いたのが初め
1995.9	ライフスタイル	環境省はライフスタイル見直しの検討会を設置。	

1996.5	環境効率性		環境白書「環境効率性」「環境リスク」考え方を示し、経済活動変革へ	1992年に設立された「持続可能な開発のための経済人会議」(BCSD)の宣言の中で生まれたものである
1996.6	ISO14000 環境マネジメントシステム		ISO140001 認定基準をJABが公表し25日から運用へ	
1996	エコアクション21		環境省が進める中小企業向け環境活動評価プログラム	環境マネジメントシステム、環境パフォーマンス評価及び環境報告をひとつに統合したものであり
1997.10	Top Runner 方式		1997.10 省エネ法改正で Top Runner. 方式採用へ	
1997.2	ESCO		ESCO事業を設立へ	通産省、省エネ法運用強化を告示
1997	LCA ライフサイクル・アセスメント		ISO 規格に準拠したライフサイクル評価のことを指す場合が多い	
1998.5	Top Runner 方式		省エネ法改正 TRによる省エネ基準設定へ	
2000	省エネラベリング制度		日本工業規格によって、規格化された	
2000.5	環境会計		環境庁が環境会計ガイドを策定し、企業に公表を誘導.	
2000	環境パフォーマンス評価		環境省により事業者の環境パフォーマンスを評価する事業活動に伴う環境負荷や対策を自己評価し改善していく	
2000.6	省エネ法改正		省エネ法改正の動きへ (TR方式、建築物の断熱性能維持・担保措置、IT利用の省エネラベリングなどが構想+環境税の議論	△6%のためのエネルギー政策見直しの動き⇒省エネ効果ない
2000	環境報告書		環境省の環境報告書ガイドラインに基づき作成・公表	2000 版環境報告書ガイドライン公表.
2001.7	環境自動車普及のアクションプラン		環境自動車普及のアクションプラン (経済産業省、国土交通省、環境省) 策定	2001年5月に小泉発言で低公害車の範囲を一挙に広めた.

		2010年までの早い時期に1000万台の導入を目指す	
2001.12	家庭用エネルギーマネジメントシステム (HEMS)	家庭用エネルギーマネジメントシステム (HEMS) で電気とガス競合	環境ビジネスに流れる証として捉えるべきか (ガスの省エネは難しいが、オール電化住宅が普及し、電力会社が売り込み。)
2002.2	省エネ法の改正	省エネ法の改正の方針明示⇒トットプランナー基準の拡大、住宅建物対策、第一種管理指定工場の業種撤廃し、規模で3000k1以上の工場・事業場を対象に、デパート、ホテル、病院等1000が追加	2002年1月 温暖化法改正、RPS法、省エネ法の改正が浮上
2002.6	屋上緑化ビジネス	屋上緑化ビジネス加速	2002.5 環境ビジネスが2003の予算の目玉
2004	スローライフ フードマイレージ	地産地消や歩行型社会を目指す生活様式を指す	NPO 法人日本スローライフ協会 (2004年9月内閣府認証、本都東 京都中央区)
2004	ロハス	健康や環境問題などを重視するライフスタイル	1998 アメリカの社会学者の調査により判明、造語された。日本では2004年頃から注目された
2004.10	サマータイム法案	サマータイム法提出へ議員と野党110人ほどが活動を始める	
2004.11	省エネ	民生では専門家による省エネ情報提供の仕組みづくり、家電、自動車の販売事業者やエネルギー供給事業者への措置義務づけ、省エネ性能の表示を義務付けたり、電気ガス会社対象に家庭への情報提供などを実施。その状況を公表	暖化追加対策で省エネ法の抜本改正
2005.2	国民運動推進事業 チーム・マイナス6% キャンドルナイト	CO ₂ △6%の達成に向け、テレビ、新聞などの各種メディア、産業界、労働団体、NGO、学校関係者などと連携した国民向け大RP活動を展開。2005年度事業費は30億円	議定書発効を踏まえ、環境省は国民運動推進事業がスタート

	ライトダウン 打ち水大作戦 ノーネクタイ運動		
2005.3	サマータイム法案	サマータイム法案提出を決議	
2005.4	サマータイム法案	サマータイム議連（平沼赳夫元経産大臣）法案了承，各党協議 へ	
2005	クールビズ ウォームビズ	服装の改善によりオフィスの冷暖房設定温度を抑えて節電し， 二酸化炭素（CO ₂ ）の排出量を減らすのが狙い	環境省政主導（毎年実施） 環境省はクールビズで05年は46 万トンCO ₂ が削減されたとの推計 結果
2005	マイバスケット	イオングループのイオンリテールが展開している都市小型食品 スーパーマーケット	市街地の小型店舗で徒歩で買い物 できる。2005年12月に第1号店 である新井町店
2006	エコポイント	環境省，経済産業省及び総務省で実施する「エコポイントの活 用によるグリーン家電普及促進事業」	2009年景気対策としてエコポイ ント2900億円が実現
2007.1	意識改革	第一約束期間突入まで1年を切ったこの時期に，一大国民運動， 意識改革を経団連が打ち出した	
2007.6	自民党の地球環境委員会が 8項目	住宅建物の省エネ性能向上，省エネ型家電，空調機の買い替え， サマータイム等の国民運動展開	
2007.7	省エネ基準TR基準	省エネ基準TR基準の拡大と強化。自販機，便座，液晶テレビ， 地上デジタル対応型の追加	
2007.9	省エネ推進費用概算	環境省概算要求で，省エネ製品買い替えは4.5億円，エコポイント4.2億円，国民運動27億円，一 人一日1kg削減国民運動推進5億円，エコ燃料促進関係35億円，など，2009年の補正予算と類似 のものもある。	
2007.9	自主参加型排出量取引	自主目標を策定し参加した31事業者の削減量は37.7万トン（年	環境省の自主参加型排出量取引の

		間計算)で、取引13件のクレジット単価は平均で1212円/トン	第一期分が修了し、結果公表
2009.9	チャレンジ25	国民運動「チーム・マイナス6%」から、よりCO ₂ 削減に向けた運動へと生まれ変わり展開するもの、オフィスや家庭などにおいて実践できるCO ₂ 削減に向けた具体的な行動を「6つのチャレンジ」として提案。省エネ法の基準強化とタイアップして、環境関連消費を促すエコポイント制度を家電、自動車、住宅に導入する等が中心的政策手段。また、「うちエコ診断」はこの一環として実施されたもの。	地球と日本の環境を守り未来の子どもたちに引き継いでいくために名付けた。
2009.9	サマータイム(導入構想)	鳩山由紀夫内閣との日韓首脳会議で日韓同時導入を韓国が提案する方向で検討していると発表	
2010	スマートメーター	化家屋やビル、工場などの電力消費状況をリアルタイムで把握。データを電力会社が集計して、電力を効率的に供給	東京工業大学・東京電力・東芝・日立製作所などが共同で「日本版スマートグリッド」実証実験を東工大キャンパスで2010年度からは3年間実施する予定
2011	スーパークールビズ	東日本大震災の影響によって、従来からの「28℃の室温設定」「ノー上着の奨励」「断熱材の利用」といった事項に加え、「更なる軽装の奨励」「勤務時間の朝型シフト」に取り込む。その中で、例えば、ビーチ・サンダルの着用も推奨されたが、服装がルーズで行き過ぎとの意見もでて、2013年には推奨されず。	

出典：週刊エネルギーと環境³に基づき筆者作成

4. 情報的手法の政策的な効果の評価手法について

(1) 情報的手法の大まかな分類

これまでの情報収集作業の結果に基づき、情報的手法を大まかに分類すると図 5-3-2 のようになると考えられる。①情報的手法には、政府が環境政策の一環として行うトップダウン的な性格をもつもの、②国際的な枠組等に基づいて、企業や団体が自主的に取り組むもの、③環境 NPO の活動に触発されたり、市民の意識の高まりを通じてボトムアップで形成されるものの三つに区分できると思われる。

このうち①に属するものとしては、国や自治体による普及啓発活動やイベントなどがあるほか、ファッション業界を巻き込んで大きな市民運動につながったクールビズ・ウォームビズがある。また、環境省が主導で進めている団体や個人をメンバーに取り込んで、環境カルテルを作る「チャレンジ 25 キャンペーンも情報的手法の一つであるといえる。

また、②に属するものとしては、ISO で規格化された環境マネジメントシステムや CSR、環境監査や環境会計がある。また、製品の環境負荷を定性的又は定量的に表示するいろいろな種類の環境ラベルがあるが、これには政府も関与する場合が多い。

さらに③に属するものとしては、様々な市民運動、環境 NPO の運動の中から生まれた、スローライフ・フードマイレージ・マイバッグ等がある。このようなエコ運動の原動力となっているのは、環境に対する人々の意識であると考えられる。

今後はさらに情報的手法の事例をたくさん集めて、根拠を明確にしながら合理的な分類になるように努める必要がある。

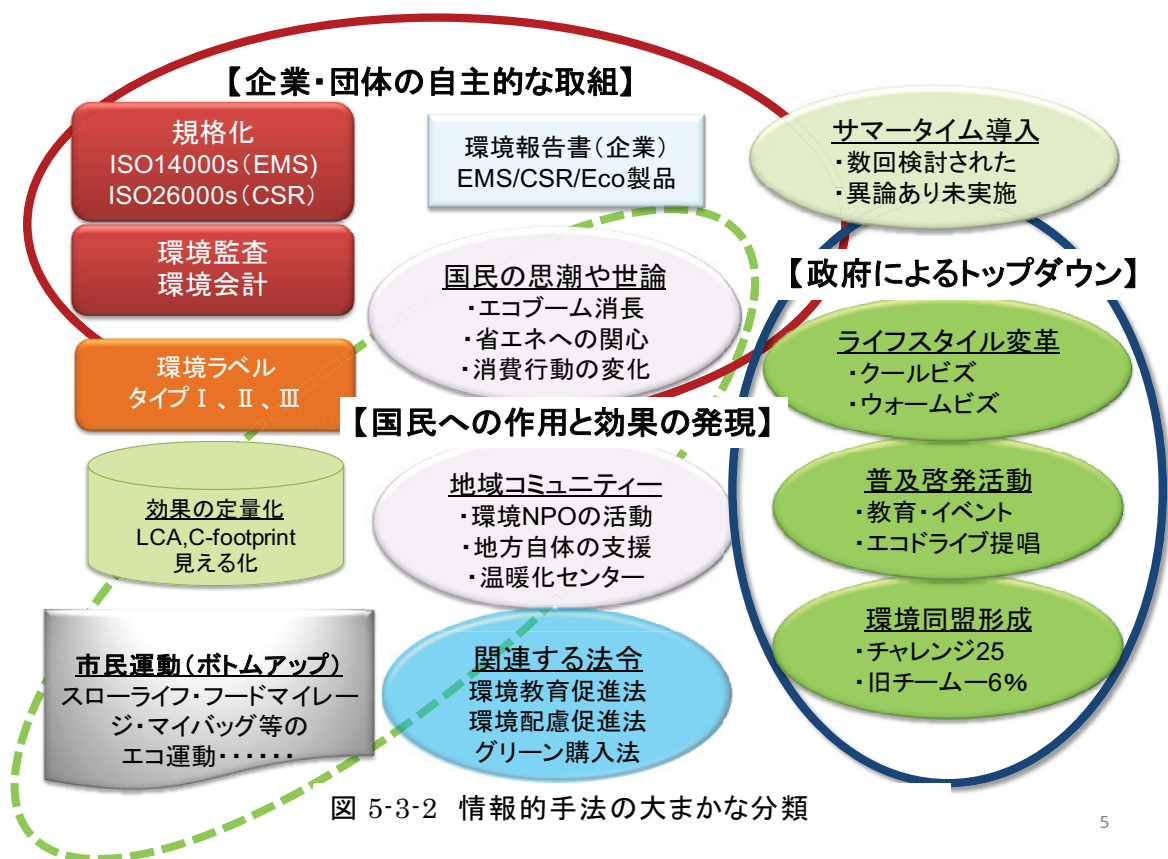


図 5-3-2 情報的手法の大まかな分類

(2) 情報的手法の特徴を考慮した分析方法の検討

以上のような分類分けとともに、情報的な手段に特有な性格についても、各種の文献を調査したり、マスコミ報道記事での取り上げ方を分析することも有効であると考えられる。こうした作業で明らかになった特徴を考慮して、情報的手法の効果の分析方法を見出していくこととしている。

これまでの研究でいくつか抽出できる特徴を整理すると以下のようなものがある。

1) 差別化を目指す手法は普及すると効果が鈍くなっていく

ISO14001 は企業や団体の環境行動を促進する上で大きな役割を果たしてきた。しかし、企業にとっては他者との差別化が強い原動力になっているので、ある程度普及するとどの企業も同じ条件を持ってしまうため差別化への意欲と魅力が薄れてしまうと考えられる。例えば、日本では ISO14001 の取得企業の増加は 2000 年代前半までは著しかったが、現在では鈍っている。一方、中国では ISO14001 の普及が遅れて始まったために現在では日本よりも遥かに急ピッチで伸びている。

環境監査や環境会計についても同様に、最近ではブームが去っているといえる。ISO14001 の PDCA サイクルという仕組みに起因する要因もあるものと思われる。

2) 経済的な手法との関わりについて

政府が進めてきた市民への普及啓発活動は、環境への貢献という意識に支えられているというよりも、経済的なメリットに期待しているケースが多いとみられる。例えば、乗用車の燃費の向上は、プリウスが発売された 1997 年以降もしばらく低下が続いた。これは普通乗用車(3ナンバー)への減税が行われたことが影響していると評価されている(2008 年環境白書)。省エネ家電と燃費のよい乗用車の普及は、エコポイント制度の導入によって進んだのもその例である。このように、経済的なインセンティブと環境意識との関連に注意して、情報的手法の効果进行分析していく必要がある。

3) リバウンド効果の把握

省エネへの市民の意識はエネルギー状況が改善されると低下し、日本第震災に伴って電力供給が不足する事態等が発生すると一時的に高まると考えられる。ガソリン価格の変動によっても乗用車の運転に対する市民の意識は変わってくると考えられる。政府が進めてきた普及啓発活動への市民の反応が、どの程度の期間持続するのか、マイバッグ運動が何をきっかけに起こり下火になるのかなどについても分析が必要である。

4) 政策効果の相殺要因

省エネの推進においてもっとも力をもつのは省エネ性能の高い機器が普及することである。情報的手法は家電品製品や自動車のコマーシャルなどで大きく取り上げられており、市民に与える影響は大きいと考えられるが、思ったほど省エネにはならない場合もと考えられる。省エネ率の計測に問題がある可能性もあるが、大きな理由は、機器の大型化や高度化によって省エネ効果が相殺されている可能性があることである。利便性を求める市民にとっては、経済的にある程度余裕がでるとより高機能で大型の消費財を購入することは当然であり、製品開発のコンセプトの中での工夫が必要である。また、このような相殺効果を詳細に分析していくことは、今後の中国では家電品や乗用車の普及が急速に進むために重要な情報を与えるものであると考える。相殺現象に関する分析を行うためには、個別

機器の消費エネルギー原単位と、販売される機器の総数と寿命を把握する必要がある。

5) 省エネ行動を阻害する社会システム

省エネ意識を市民が強く持っても、それが実行できない状況が日本の都市や住宅に存在している。身近な例を挙げれば、気密性の高い住宅では石油ストーブが使えないし、床暖房が標準装備されているマンションでは暖房用のガス消費量が相当増加する。マンションのセキュリティを維持するためには、通路に面した壁に窓がつけられないため自然通風を使えない。高層化した都市ビルでの垂直方向への移動には、エレベーターやエスカレーターを使わないわけにはいかない。マイカー自粛を訴えても、都市交通が発達していない地方都市では実行が難しい。こうした都市構造が市民の省エネ意識を阻害していることについても留意する必要がある。

(3) 情報的手法の政策的評価の例

以上のような点を考慮して、民生部門での省エネの推進を主体に情報的手法の効果や問題点を分析に試みた。

情報的手法の効果の客観的な評価手法については定まったものがない。日本政府は京都議定書目標達成計画策定及び進捗状況評価において定量評価を実施した。中央環境審議会の目標達成計画の見直し作業(2008年)での評価においては、情報的手法の効果は他の規制的手法や経済的手法と重複して区別しにくいとして、クールビズを除いて定量的な効果は把握されていない。クールビズ効果の評価をしたチーム・マイナス6%による「COOL BIZ」実施状況調査は表5-3-2に示した。

表 5-3-2 「COOL BIZ」実施状況調査

年度	キャッチフレーズ	認知度	実施率	冷房設定変更率	CO2削減量
2005	クールビズで失礼します	N.A.	N.A.	32.7%	46万トン
2006	クールビズでお越しく下さい	96.1%	N.A.	43.2%	126万トン
2007	私もクールビズしています	96.0%	N.A.	48.1%	140万トン
2008	クールビズにワンアクション	93.6%	57.2%	61.8%	172万トン
2009		95.7%	53.3%	54.5%	185万トン
2010		83.8%	49.3%	52.9%	169万トン
2011	スーパークールビズ	90.4%	56.2%	N.A.	N.A.
2012	スーパークールビズ	94.7%	66.9%	N.A.	N.A.

出典：環境省地球環境局，地球温暖化対策課国民生活対策室資料⁴

京都議定書目標達成計画の進捗状況(2013年5月)地球温暖化対策推進本部によれば、対策種別に2012年度までの温室効果ガス削減量を集計した結果によれば、情報的手法による削減量が把握された対策項目は、クールビズ及びウォームビズのみとなった。ウォームビズの効果については表5-3-2のクールビズと全く同じ値とされている。

本研究のテーマである住宅・家庭部門の CO₂ 削減量として明示されている項目は、「住宅の省エネ性能の向上」のみで、その 2010 年度における削減効果量は 930 万トとされている。

情報的手法の効果に関する環境政策上の評価手法はまだ十分検討されていない。情報的手法に属すると思われるサマータイムの導入については 1994 年から、省エネ対策及び温暖化対策として繰り返し政策の場で検討の俎上に上がっているが、効果が不明確として見送られた（「エネルギーと環境」の一連の報道）。情報的手段による直接的な CO₂ 削減効果は明確ではない。しかし市民の意識高揚による波及的効果も期待できる。一方、これはキャンペーンに流されて、環境ビジネスに転化するおそれもあり、政策効果を適切に評価する方法は今後の検討課題である。

5.3.2 日本の経験と教訓を参考に中国での情報的な手段の活用の可能性。

以上に述べたように、日本の経験と教訓を踏まえて、中国における普及啓発活動を推進する必要がある。日本における情報的手法は、主に温暖化対策の分野で発達してきた。政府や自治体が行う普及啓発活動から、見える化やラベル化の手法、サマータイム制度の導入など様々なものが検討されてきたがその政策評価の手法はまだ定まったものがない。また、京都議定書の第一約束期間までに、情報的な手段そのものが政策効果をもったとされているのは、クールビズ、ウォームビズのみである。

しかし、情報的な手段が日本において環境意識の底上げに大きな役割を果たしていることは間違いない。波及的又は二次的なものを含めて、政策効果を評価する適切な方法を開発していくことが、情報的手法のこれからの発達を促すうえで重要である。

一方、中国の持続可能社会を目指すエネルギー・環境対策がすでに定着している。都市レベル・地区レベルでの環境規制は、2000 年以降に急速に強化されつつあり、事業者の高度な石炭利用施設の技術向上、家電品の省エネ技術の向上も推進されつつある。また、東北部の市民の省エネ・環境意識の高まりをアンケート調査で把握することにした。北京の意識と東北部諸都市では環境意識にまだ差があるが、豊かさが増して、エネルギー消費が増大するとともに、環境意識が北京並みに高まると思われる。

したがって、情報的手法の中国への導入は、環境意識の高まりに合わせながら、今後積極的に進めることが必要になると考えられる。地域・職域単位での普及啓発の段階（現行政策）から、個人への働きかけに移行することが必要となる。ここで注目したのは市民意識を実践に移すためのアシスト機能（補助輪機能）の整備であり、省エネルギー情報提供できる省エネ支援組織の役割を果たし、政策推進者・事業者・専門家・マスコミ・市民をつなぐ、情報コミュニケーション・システムへの構築である。

日本では、省エネルギー情報提供されている省エネ支援組織の機能を整理すると下記のようなになる。

- ① インターネット活用：家庭の省エネ診断ツールの開発及び提供、市民の省エネ体験・情報交流サロンの創設されている。
- ② 専門家による省エネ支援：専門家の戸別の家庭への出張による家庭の省エネ診断、セミナー等による市民へのきめ細かい情報提供を行っている。

- ③ 企業の製品情報流布：製品の省エネ性能の比較提示による競争意欲の増進，諸外国の省エネ情報の提供も行っている。
- ④ 人材育成：省エネ管理士の育成など，専門的な知識をもつ人材を育成する取組は積極的に行われてきた。

第5章の総括と考察

(1) 第5章では，家庭エネルギー消費実態調査と同時に実施された都市の市民に対する環境・省エネ意識調査に結果についてまとめ分析を行った。具体的には家電品等の購買意欲と製品の選択基準，これまでの省エネ行動，省エネ行動の動機について質問した。

また，電力消費測定器を用いた調査についての意見，電力消費量を測定して感じたこと，気づいたこと省エネ及び環境保全に関する意識について，電力消費測定機器導入後に調査対象家庭にアンケートを行った。その結果以下の点が明らかになった。

① 市民の省エネ・環境意識に関する傾向分析においては，北京市では家電品等のエネルギー使用機器の保有率，エネルギー消費水準とも高いが，東北5都市では家電品等の購買意欲が北京市民より高い。家電品等の購入に当たっては，全般的にデザインや環境性よりも，製品の性能と価格の安さが優先される傾向があるが，北京では環境への配慮意識を標榜する市民が多い傾向が明確となった。省エネ行動の動機についても，全般的には家計経済と生活習慣が支配的な要因となっているが，北京市民においては省エネ・環境保護とする回答が多い。これは経済的な余裕が生じたことと環境教育の効果と考えられる。

② モニターの省エネ・環境保全意識について，今回電力の実測調査に協力してくれた25世帯の方々に対して，調査への参加に関する経験を問うたところ，省エネ・環境保全の意識の高まりを感じさせる意見や，実際の電力消費量が定格と合致しないなどの疑問・気づきに関する意見が多く寄せられた。一方で，調査の依頼内容が煩雑であるとの意見や，データ読み取りが負担になるとの意見もある。

以上の調査を通じて，市民の省エネ意識の傾向と現況を把握することができた。つまり，中国東北部の地域特性に応じた有効な住宅のエネルギー対策のあり方について検討が可能になった。調査結果は省エネ・温室効果ガス削減対策を進める場合の基礎資料として重要であると考えられる。

(2) 次に，東北5都市の市民環境・省エネ意識の結果を，日本の内閣府環境省が実施した意識調査と比較を行った。その結果から以下のようなことが明らかになった。

① 日常生活における市民の省エネ行動の実施率をみると，北京市では日本と同程度に高い。他の調査都市の実施率は都市の地勢的要因（気候の寒暖によるエアコン利用方法，水資源の潤沢さによる節水行動など）によって影響されるものの，実施率はやや低い。その理由は省エネ効果を高める知識に欠けていることにある。このことから，きめ細かな省エネ知識や，省エネの手法の普及はまだ市民の中で深まっていないことが分かった。

省エネ行動の動機についても北京市は省エネ・環境保護と回答する人が最も多く，日本と比べても同程度である。他の調査都市との比較においては，省エネ意識の動機は家庭の節約・生活習慣が主な理由になっている。したがって，環境への配慮以前に，経済意識・倫理意識に基づく自主的な節約行動をとっているといえる。

市民が「環境」を行動の動機とするまでは、環境保全を前面に掲げた省エネ行動の唱導効果は低いと考えられる。しかし、環境保全を底上げするために、常にきめ細かい省エネ意識の普及啓発活動が必要になる。生活が豊かになっていく中で、これまでとられている節約行動の継続性、環境配慮・省エネ行動を重視する方向にシフトさせるためには、省エネ知識と省エネ手法に関する情報の提供が望まれる。

② 中国国内ではすでに省エネに関する広報宣伝活動は多数実施されている。これらの取り組みを継続的に実施するために、調査対象者の省エネ意識、市民の省エネ取組への理認識を把握し、それを踏まえてより効果的に広報活動を展開することが求められる。

日本の調査を参考に市民の目線に立って、市民自身の環境配慮と省エネ行動・政府への取組への理解・企業に対する期待を含めて、中国の現状に合わせて調査内容を充実させ、より全面的に市民意識を把握することが必要である。

③ 商品を生産する企業・販売業者への規制・制度の導入については政府が主導的な役割果たす必要がある一方で、積極的にイメージアップ・売り上げの向上に関する取組を行う事業者に対して、市民の理解・認知・期待・監督が求められている。これは企業が環境配慮・省エネを考慮する社会的責任感を高めるための原動力であり、環境配慮型の社会環境を形成するという好循環を実現させていくことにもつながると思われる。

(3) 最後に、日本の経験と教訓を参考にしながら、中国での情報的な手法の活用の可能性について考察した。その結果、以下のような点を指摘することができる。現在の中国の省エネ政策のターゲットは職域、地区単位のレベルにあるが、今後の家庭でのエネルギー消費の伸びを見込むと、情報的な手法を用いた省エネ推進のための普及啓発活動や、きめ細かな省エネマニュアルの整備などが、これからは重要と考えられる。

このため、市民意識を実践に移すためのアシスト機能（補助輪機能）の整備を図りながら、地域・職域単位での普及啓発の段階（現行政策）から、個人への働きかけに移行することが必要となる。そのために、政策推進者-事業者-専門家-マスコミ-市民をつなぐ、情報コミュニケーション・システムの構築が必要である。具体的には市民の省エネを支援する「省エネ支援センター（仮称）」のような組織を設けることを検討する必要がある。

参考文献

1. 内閣府国民生活局，平成 20 年度国民生活モニター調査結果
2. 倉阪秀史，2008，「環境政策論【第 2 版】」，p217～227 信山社
3. エネルギージャーナル社，「週刊エネルギーと環境」1990 年 1 月 - 2013 年 1 月発行分
4. 日本政府：(2006) “第三次環境基本計画－環境から拓く 新たなゆたかさへの道－”，
http://www.env.go.jp/policy/kihon_keikaku/kakugi_honbun20060407.pdf
2013-09-10 閲覧
5. 環境省地球環境局，地球温暖化対策課国民生活対策室資料（2005-2012）
6. 吉田徳久，(2010) 「現代環境論の形成過程と展望－持続可能な社会作りビジョンへの課題」，「成形加工」（プラスチック成形加工学会誌）第 22 巻第 9 号，p476-481，プラスチック成形加工学会
7. Tokuhsa YOSHIDA，(2011) The Process of Political Decision-making on Climate Change and Journalism in Japan, Sustainability Science Volume 2, Climate change and Global Sustainability: A Holistic Approach, UNU Press, p217-240

補注

1. 環境政策手法の分類方法には，この 3 つのほかに，自主的取組手法，手続的手法を加え，また，規制的手法を直接規制と枠組規制に細分して，計 6 つとされることもある。自主的な取組みは事業者が規制や経済的な誘導策によらずに自主的に環境負荷を減少させるための環境取組みを行うものであり，公害防止協定または環境保全協定に基づく規制基準を超えた積極的な環境負荷低減努力や，温暖化対策に関する日本経団連の自主行動計画が代表的なものである。一方，手続きの手法とは，一定の法的な手続きを通じて，環境負荷ができるだけ小さな活動をとることについて関係者の合意を形成しようとするもので，その代表的なものが環境影響評価（環境アセスメント）である。自主行動計画は事業者に対する規制的手段の代替的な措置と位置付けることができるが，事業者から国民に対する情報の公開あるいは取組プロセスの第三者機関によるフォローアップを定期的に行って透明性と信頼性を確保するのが通例である。その結果，自主取組みは一層効果的なものになるため，情報的手法としての性格をもつことになる。また，手続きの手法である環境影響評価においても，法律に定める手続きにおいて最も重視されるのは，情報公開と市民への説明会と意見交換を通じて合意形成を図ろうとする点であるため，これも情報的手法の一つと捉えることができる。

第6章

中国東北部における環境共生型都市形成に関する
総合的な考察

第6章 中国東北部における環境共生型都市形成に関する総合的な考察

〔第6章の全体構成について〕

前章までの東北部の都市・住宅用エネルギー消費構造と実態に関する調査・分析結果を踏まえ、本章では21世紀中葉までを展望しつつ、当該地域における環境共生型都市形成の可能性に関する総合的な考察を行う。

6.1 21世紀中葉までの中国のエネルギー・環境の展望では、現行のエネルギー・環境政策の方針や、低炭素化の見通しに関する中国内外の分析結果に基づき、東北部の環境共生型都市づくりの検討に当たってのフレームとして、21世紀半ばに至るまでの中国全体のエネルギー・環境の将来展望を描く。

6.2 中国東北部3省・5都市及び北京市のエネルギー・環境の進展では、本研究で検討対象としてきた中国東北部の6都市の都市・住宅用エネルギー需給の将来動向を展望しつつ、①都市レベルでの大気汚染改善と低炭素化を評価尺度として、インフラの整備・充実による政策効果の発生見通しを分析するとともに、②家庭部門のエネルギー消費構造の変化に対応する省エネ推進のための新たな対策の方向性と実施可能性について考察する。また、③市民の環境意識高揚の視点から情動的な手法の中国への適応について分析的に考察する。

6.3 環境共生型都市ビジョンの実現に向けた分析結果と提言では、本研究を通じて得た知見に基づき、東北部における環境共生型都市の形成の促進に資する政策的な提言を行う。

6.1 21世紀中葉までの中国のエネルギー・環境の展望

6.1.1 日本と中国の都市エネルギー・経済指標及び環境政策上の制約の比較検討

前章までの調査・分析から明らかなように、国家レベルでの視点から見た場合の日中間のエネルギー・環境問題の根本的な違いは、中国社会が1990年代から続いてきた経済成長が、2000年以降になってより一層急激に膨張しているのに対して、日本社会は逆に2001年から縮退し始めていることにある。

2000年～2011年における、都市活動と関わりが強いエネルギー・経済指標の変化を、相対値をもって日中間で比較してみると表6-1-1のようになっている。これからわかるように、中国では一人っ子政策によって人口増加は抑制されているものの10年間で6%増加している。中国の人口は今後も緩やかに増加し2030年頃に14億人台に達すると見られている。これに対して、日本の人口は2008年をピークに減少に転じ、国立社会保障・人口問題研究所の「日本の将来推計人口」（2012年1月）によれば、今後も減少の一途をたどり2026年に1億2,000万人を切り、2048年には1億人を割って9,000万人台になると推計されている。実質的GDP（PPP）の成長率についても、中国は2011年には2000年比で3.7倍に増加し、一次エネルギー消費も3倍強に増加し、エネルギー効率は向上しているもののCO₂排出量も2.63倍に増加して、2008年以降世界最大のCO₂排出国となった。

また、自動車保有台数はこの近年は毎年1000万台以上も増加して、北京、上海などでは交通渋滞と自動車起因の大気汚染が激化したため、自動車登録台数や市内への乗り入れを制限し、公共交通機関の整備に努めている。一方、日本は2000年以降の実質GDPは増加しているものの、一次エネルギー消費及びCO₂排出量は横ばいで推移¹⁾し、自動車（4

輪車以上)保有台数も伸びが止まっている(図 6-1-1)。こうした都市の環境の質に強い影響を与える経済指標からみれば、日本ではなお発展が続いているものの、社会規模が安定化し成熟した状態に近づきつつある。表 6-1-1 に示した以外にも、エネルギー・環境問題の安定化を示すいくつかの指標を挙げることができる。例えば、日本の自動車総走行距離(台・km)は貨物車については 1996 年以降、また、乗用車についても 2001 年以降減少に転じた。一人当たりの一般廃棄物の排出量や一人当たりの生活用水使用量についても 21 世紀に入ってから縮小しつつある。こうした都市・生活に関わる活動規模が飽和状態に達しつつあることが、エネルギー・環境対策の効果を明らかなものにしつつある。具体的には、日本の環境政策において長年の課題となってきた、二酸化窒素の環境基準の達成率が、2001 年以降に急速に高まっており、黄砂の影響が都市によって異なるために評価が難しい面があるが、SPM の環境基準の達成状況にも改善の傾向がみられる。

第 2 章でもみてきたように、日本の公害対策を遡ってみれば、1950 年代の水俣病の公式発見を原点として 60 年代にかけては、四日市喘息を始めとして全国各地の大都市で大気汚染が顕在化している。この時期の環境政策の失敗の反省に立って、1972 年の公害対策基本法の制定を境に、日本は環境重視の政策に転じている。その結果、多くの健康被害者を出した激甚な産業公害は 1970 年代までにはかなり克服された。その背景には排煙処理装置や重油脱硫装置のような公害防止技術の長足の進歩があった。一方で、1970 年代後半からは環境政策の重点事項が光化学スモッグや都市河川の汚染に代表されるような、都市生活型公害に移っていった。大気汚染対策の分野ではとりわけ自動車環境対策が重要な課題となった。さらに、1990 年代以降は CO₂ 排出量抑制を中心的な課題とする地球温暖化対策が環境対策の最重要事項となってきた。産業公害による大気汚染、自動車による都市大気汚染や騒音、そして地球温暖化問題はいずれもエネルギーとの関わりが強く、本研究ではこうした問題群を「エネルギー・環境問題」、また、これらの問題に対する政策や対策をそれぞれ「エネルギー・環境政策」及び「エネルギー・環境対策」と呼び習わしてきた。

日本の環境政策の歴史的な経緯を辿ってみると、これらのエネルギー・環境政策や対策が効果を発揮するのは、①革新的な対策技術の導入が一举に導入され、社会の膨張速度を上回って、環境負荷の絶対量を大幅に削減できる場合、あるいは、②環境問題の原因となる社会活動の膨張が緩やかになり、政策効果が社会の膨張速度を上回る場合のいずれかの場合であることがわかる。つまり、日本の産業公害は激甚な公害の発生後に、環境規制が強化され、同時に対策技術の開発が進んだことから比較的短期間の間に効果が発生した。産業公害関連の対策技術は、排煙脱硫装置や排煙脱硝装置に代表されるように、汚染物質の排出量を一桁以上削減することを可能とするものであった。その結果、日本の高度経済成長に伴ってエネルギー消費も急増したが、産業公害としての大気汚染は 80 年代までには改善されている。

しかし、自動車排ガスによる大気汚染については、政策効果の出現までの過程が産業公害対策の場合とはかなり異なるものになった。1970 年の日本版マスキー法を始めとする自動車単体規制、低公害車の普及促進策などの対策によって、一台当たりの排出量は規制前に比べれば現在では 100 分の 1 にまで減少している。それにも関わらず自動車道路沿道での大気汚染の改善がなかなか進まなかったのは、1970 年以降のモータリゼーションの急速な進行によって、自動車から排出される大気汚染物質総量が減少しなかったことが原因で

あると考えられる。21世紀に入ってから、ようやく大都市での窒素酸化物の環境基準の達成率が向上していまではほぼ100%に達したのは、交通量の増加が鈍化してきたためであると判断される。

表 6-1-1 日中の主要なエネルギー・経済指標の推移(2000~2011年)[2000年=1とする.]

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
中国人口	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06
日本人口	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
GDP(中)	1.00	1.11	1.23	1.38	1.56	1.78	2.06	2.42	2.70	2.97	3.33	3.71
GDP(日)	1.00	1.03	1.05	1.08	1.14	1.19	1.25	1.31	1.32	1.26	1.78	1.70
PES(中)	1.00	1.00	1.10	1.28	1.53	1.67	1.85	1.98	2.15	2.30	2.73	3.08
PES(日)	1.00	0.98	0.98	0.97	1.01	1.00	1.00	0.99	0.96	0.91	0.96	0.89
中国自動車保有数	1.00	1.19	1.39	1.58	1.77	1.96	2.37	2.77	3.17	3.90	4.85	5.81
日本自動車保有数	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.07	1.07	1.07	1.07	1.04	1.06	1.07
中国CO ₂	1.00	1.04	1.09	1.24	1.57	1.68	1.86	2.00	2.14	2.30	2.41	2.63
日本CO ₂	1.00	0.99	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.04	0.97	0.91	0.95	0.99

出典：エネルギー・経済統計要覧¹、World Energy Key Statistics²等から作成

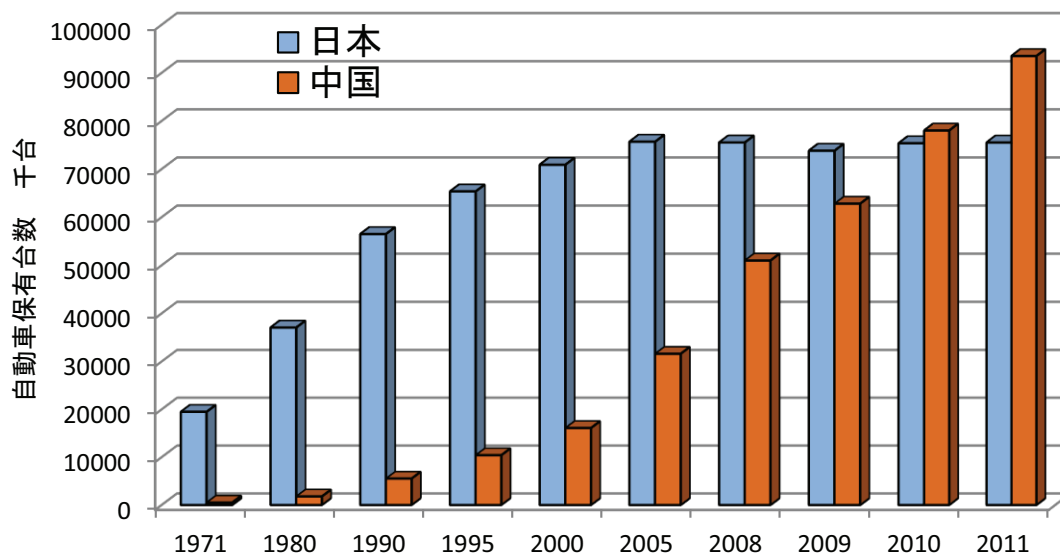


図 6-1-1 日本と中国の自動車（四輪車以上）保有台数の変化

さらに、日本にとって一層難しい環境政策の課題は温室効果ガス（CO₂）の排出量の削減対策である。京都議定書の第一約束期間が過ぎ、日本は第二約束期間には参加していない。中国など主要な温室効果ガス排出国のすべてが参加した新しい国際的な枠組の合意を目指して、気候変動枠組条約の締約国会議での交渉が行われており、2015年までには2020年以降の削減の方針が決まると見られている。最大の温室効果ガスであるCO₂の世界の排

出量は 2010 年には 300 億トンを超えているが、『気候系に危険な人為的干渉を及ぼさない水準で温室効果ガス濃度を安定化させる』とする条約の究極目標を達成するためには、2050 年までに現在の排出量を半減する必要があるとされている。しかし、この目標を達成することは世界のどの国にとっても、技術的にも政治的にも困難性が大きいものとなっている。また、第 1 章から第 3 章でみてきたように、中国にとってはエネルギー消費量が増大の一途を辿っている現在、困難性が特に大きな問題となっている。さらに石炭に強く依存しているために炭素集約度が高く、対策メニューが非常に限られている。

以上のような日本の経験と、世界の温暖化対策に関する議論を踏まえれば、持続可能な社会づくりのためのエネルギー・環境対策の向かう方向は、エネルギー消費と経済発展とを「デカップリング（decoupling:かい離）」させながら両立させることにある。このデカップリングのための技術の利用可能性と、必要な政策の強さは、都市の大気汚染防止と温暖化防止対策とではかなり異なったものになる。次節では中国の 2050 年までを見通しながら、中国社会にエネルギー・環境の分野で縮退が起こる時期について考察する。

また、本研究で明らかになったように、東北部の諸都市では暖房用の熱消費がエネルギー需要を押し上げ、住宅用のエネルギー消費全体の 3 分の 2 が暖房用の熱供給である。暖房用の熱供給は東北地方の大気環境の悪化に拍車をかけており、他の地域以上にエネルギーの質の改善、エネルギー利用効率の向上、そして大気汚染対策の強化が必要となっている。東北部の諸都市において、市民の生活のレベルを改善し、産業の健全な発展を図る必要がある。同時に、良好な大気環境を確保し、できるだけ低炭素型のエネルギー供給が行われる、「環境共生型の都市」の形成を進めることが必要である。このような環境共生型ビジョンの検討において、現行のエネルギー・環境政策の方針や、低炭素化の見通しに関する中国内外の分析結果に基づき、東北部の環境共生型都市づくりの検討フレームは図 6-1-2 になる。

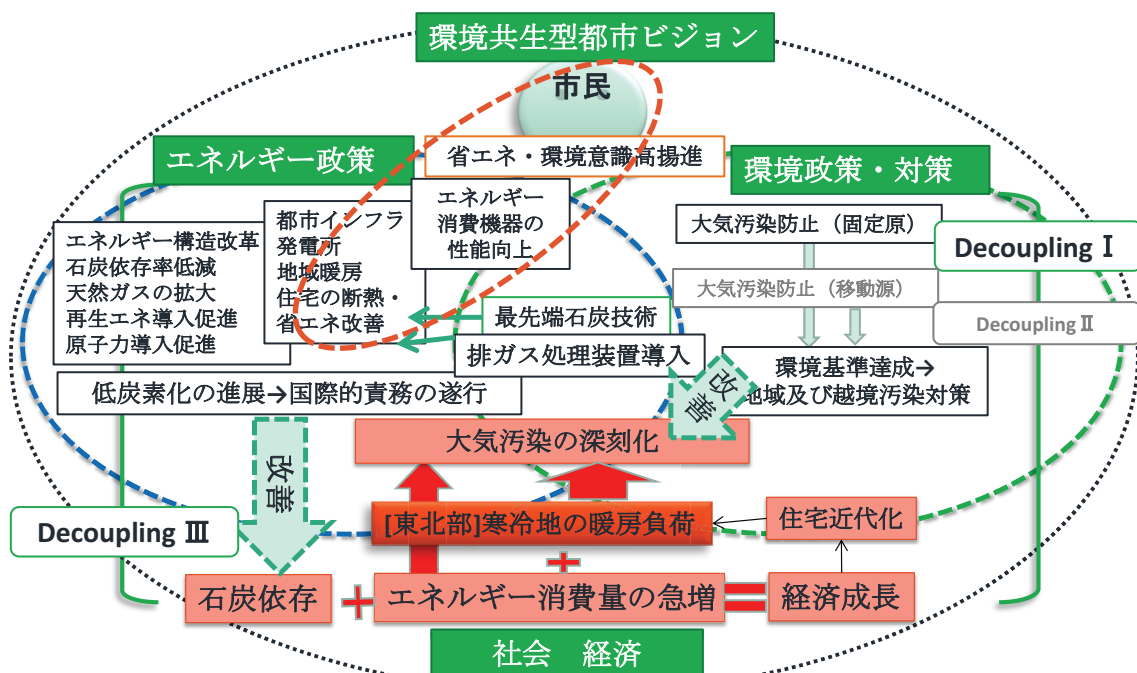


図 6-1-2 環境共生型都市ビジョンのフレーム

6.1.2 2050年までの中国のエネルギー需要の推移見通し

2035年までの中国のエネルギー需給に関する信頼できる見通しとしては、国際エネルギー機関（IEA）の World Energy Outlook 2012 のほかに、日本エネルギー経済研究所が行った 2035年までの予測「アジア/世界エネルギーアウトック 2012」と 2040年までの予測、「アジア/世界エネルギーアウトック 2013」がある。また、中国の「国家発展改革委員会・エネルギー研究所」が行った 2050年までを視野に入れた、低炭素化社会づくりに関するエネルギー需要構造と CO₂排出量の推移を予測したモデルを用いた研究がある。本節ではこれらの見通しを参考として、また、中国政府が定めた第 12 次五か年計画におけるエネルギー政策及び環境政策の方針や計画に沿って、2015年、2020年及び 2035年の各断面での中国の全国レベルでのエネルギー需給構造のフレームを設定する。

エネルギー総量の増大及びエネルギー構成の変化について IEA の見通しでは、2035年の一次エネルギー供給総量は、GDP 成長率を年率 8.7%と見込んで、BAU で現在の 2 倍の 38 億 toe へと増加する。また、現在の温暖化対策を踏まえた新政策シナリオでも 1.5 倍の 20 億 toe に増大すると見込まれる。一方、日本エネルギー経済研究所の 2035年予測では、一次エネルギー消費は 2010年の 22.億 toe から年率 2.4%で増加し、約 40 億 toe に達する。ただし、省エネ技術が進展したケースでは 32 億 toe に留まるとされる。2020年以降は経済成長が鈍化して、産業部門のエネルギー消費は微増となる。政府は産業部門の老朽化設備の閉鎖に協力した企業への融資を行うなどによって省エネを促進する。エネルギー経済研究所の予測では人口のピークを 2025年にも 14 億人に達せずに減少に転じる可能性もあるとしている。

経済成長を低く見込むことと、発電効率及び産業部門での省エネの向上で電力消費量の需要も低くなり、2035年には石炭依存率は 55% (約 22 億 toe) まで低下するとみている。現在は 12%程度にとどまっている輸送部門でのエネルギー消費の増加が著しく、2020年には 2010年実績の倍に増加し 2035年には 2 割程度に達する。石油比率は交通部門での消費が増大して 2035年には 8.36 億 toe になり石油の構成率も 2 割まで上昇する。天然ガスの導入も政策的に推進されるため、民生部門では 2020年までに現在の 5.8 倍に増加する。発電用の天然ガスも 2035年までに 5 億 toe に達するとされる。分野別の最終エネルギー消費に関しては、産業部門の比率は 2020年までは上昇を続けて 50%近くに達するが、その後は低下して 2035年までには 4 割程度になる。日本エネルギー経済研究所のアジア/世界エネルギーアウトック 2013年に示された 2040年断面の予測では、予測の基本的なシナリオに変化はなく、一次エネルギー消費は今後年率 1.7%で増加し、2040年には 44 億 toe に達するとし、石炭の比率は 51%に低下し、石油消費は 8.66 億 toe で米国を抜いて世界最大の消費国となり、天然ガスは 6.28 億 toe としている。³⁴⁵

ビル・住宅部門でのエネルギー消費は 2010年には 3 割を占めていたが、2020年までの 10 年間で 25%程度の増加が見込まれものの、相対的な比率は二割五分に低下する。その後 2035年までの 15 年間の伸びは鈍化し、さらに省エネ効果を見込めば 2035年に向けて減少することも期待される。ここで、住宅のエネルギー消費量を含む建築分野のエネルギー消費伸びについて中国の清華大学が行った 2030年断面での予測推算によれば、建築エネルギー消費量は 2030年（BAU）の 3 倍近く増加される。この中で都市住宅（家庭）エ

エネルギー消費量は現在の4倍、北部都市の暖房消費は1.5倍増加すると予測されている。これ抑制するためには、大規模建設の抑制、省エネ意識の普及が必要となる(図6-1-3)⁶。

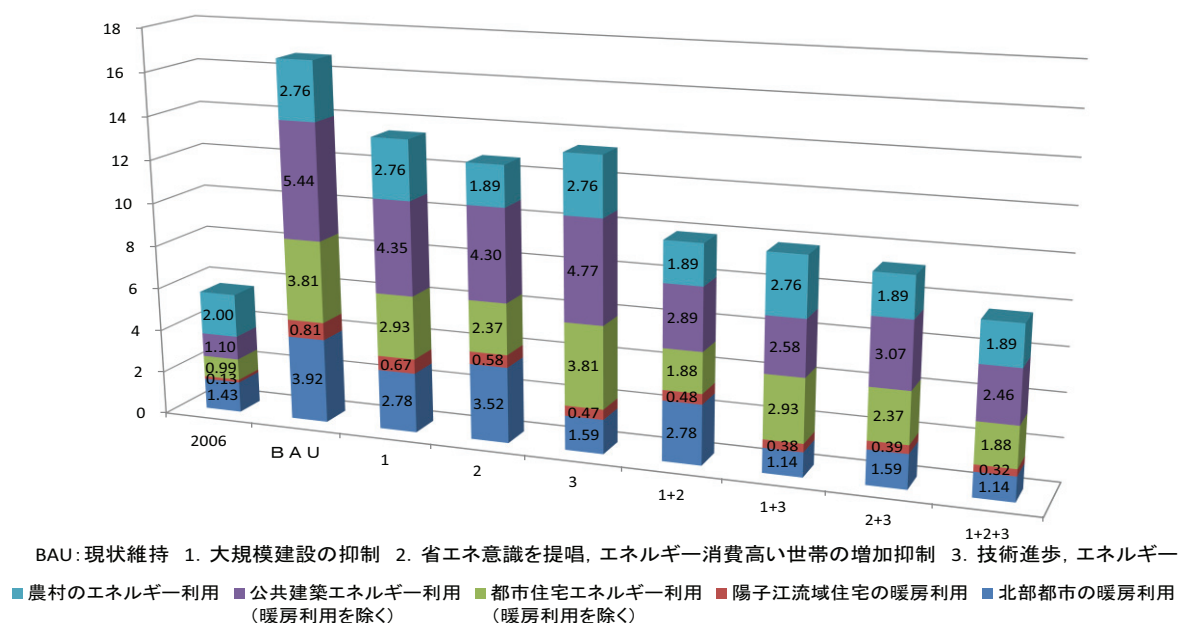


図 6-1-3 中国の建築エネルギー消費量
出典：中国建築節能年度発展研究報告

6.1.3 中国の低炭素化社会形成に関する先行研究に関する考察

環境共存型都市形成する中国の今後の環境・エネルギー政策及び転換方向について先行事例について考察した。

長いスパンで中国全体のエネルギー需要と炭素排出の見通し²として今後、どのようなエネルギー発展の方向を目指すかについて検討を加えた中国科学院の「中国 2050 年に至るエネルギー科学技術発展ロードマップ」(中国至 2050 年能源科学發展路線図)(2009 年 6 月 10 日公布)と国家發展改革委員会・エネルギー研究所が同年 9 月 16 に公表した「中国 2050 年低炭素發展の道：エネルギー需要と炭素排出の状況分析」(「中国 2050 年低炭素發展之路：能源需求及炭素排放情景分析」)に基づいて検討を行った。これら 2 つの報告に盛り込まれた研究成果は中国のエネルギー国家計画の制定や政府の政策決定に活かされるとみられている。

「中国 2050 年低炭素發展の道」は、経済成長に伴うエネルギー需要の増加と温室効果ガスの排出量が将来、顕著に増加すると見通しを再確認したうえで、国際的に見てもトップに位置づけられるグリーンエネルギーの開発・転換・利用技術に重点を置き、再生可能エネルギーや原子力発電技術を積極的に開発する必要がある点を強調している。

また、国民の意識を高め、炭素の排出量が少ない生活スタイルを普及させるとともに、エネルギー税や炭素税の実施を段階的に進め、炭素の排出量の少ない發展ルートを実現する必要性に言及している。国家發展改革委員会・エネルギー研究所は特別気候変動対策をとらない現在の政策の延長線にある①「基準シナリオ」(表 6-1-3)、国内の社会發展や環

境面での要求を踏まえ技術進歩の加速だけでなく経済発展モデルや消費スタイルの変更、エネルギー消費量の低下を行う②「低炭素排出シナリオ」(表 6-1-4)、そして、技術進歩の加速を更に進め重大技術のコスト削減を強化し、例えば二酸化炭素の回収・貯留(CCS)技術を大規模に利用する③「低炭素排出強化シナリオ」(表 6-1-4)について予測を行っている。なお、表 6-1-5 に各シナリオにおける主要パラメータと特徴を示している。

見通しに当たって、2030年から40年に中国人口が14.7億人のピークに達したあと、2050年14.6億人まで減少すると仮定した。また、GDPの年平均伸び率については、2005年から2010年にかけての9.67%(実際の値は11.2%)から徐々に低下し、2040年から2050年にかけては3.6%まで低下すると予測している。

産業別では、製造業を中心として第二次産業の伸び率は2010年から2020年にかけて商業・金融などの第三次産業の伸び率を下回り、以降は第三次産業の伸びが上回る状況が続くと仮定している。

こうした前提のもとに3つのシナリオについて一次エネルギー需要はとエネルギー源別に見た構成、化石燃料の燃焼による二酸化炭素排出量を予測した。それによると、何も対策をしない「基準シナリオ」では、2050年まで一次エネルギー需要増加し、2010年の2倍に達すると予測した。二酸化炭素排出量は人口がピークに達する2040年まで上昇を続けた後に減少に転じる。

「低炭素排出シナリオ」でも「基準シナリオ」と同じく、一次エネルギー需要増加傾向を示すが、2050年時点の一次エネルギー需要は「基準シナリオ」に比べて21%少なく、二酸化炭素は30%少なくなる。

「低炭素排出強化シナリオ」では、一次エネルギー需要は「低炭素排出シナリオ」と大きな違いはないが、二酸化炭素の排出量は2030年にピークをつけたあと減少に転じ、2050年時点では「低炭素排出シナリオ」より42%少ないと見込まれている。これら二つのシナリオの二酸化炭素の排出削減にあたって、「基準シナリオ」に比べて石炭と石油の寄与を減らす一方で、原子力発電と風力発電を拡大することが前提となっている。

原子力発電については二酸化炭素の排出削減における原子力発電の重要性が改めて浮き彫りにされた。また、「低炭素排出強化シナリオ」では、一層の風力発電の拡大が見込まれており、2050年時点において「基準シナリオ」では1.03億トン、「低炭素排出シナリオ」で1.69億トンであったものが、2.39億トンに拡大されている。

一方、国際エネルギー機関(IEA)による中国エネルギー需要見通しでは、「標準シナリオ」、「代替政策シナリオ」、「高経済成長シナリオ」とも、原子力発電と風力発電に対する位置づけが低く、国家改革委員会・エネルギー研究所のシナリオとは好対照である。

中国科学院持続可能発展戦略研究グループ(中国科学院可持続発展戦略研究組)は国家発展委員会・エネルギー研究所が開発したエネルギー・環境政策総合評価モデル「IPAC」(Integrated policy Assessment Model of China)を用いて、一次エネルギー需要だけではなく、各シナリオにおける発電設備の容量を予測した。それによると、2020年時点の総発電設備容量は石炭火力の占める割合が最も遅い「基準シナリオ」で約14.3億kWと予測されており、他の2つのシナリオより大きくなっている。電源別にみると、いずれのシナリオでも石炭火力の優位性は変わらないものの、「低炭素排出シナリオ」と「対炭素排出強化シナリオ」では、石炭火力の全体に占める割合は大きく低下する。一方で、この2つの

シナリオでは、天然ガス火力、水力発電、原子力発電、風力発電がシェアを伸ばし、過度に石炭火力に依存する現在の電源構成が大きく変わることになる。なお、発電設備容量予測は図 6-1-4 に示したとおりである。

こうした低炭素排出シナリオを実現するためには、技術イノベーションだけでなく、意識や消費行動、政策メカニズムのイノベーション等が必要との考えを示している。³⁴⁵

中国では、長期を見据えた戦略の策定が浮上する一方で、2011年から始まった「第12次5カ年」期のエネルギー発展展望も作成している。この中で、エネルギー構成の最適化、エネルギー産業配置の調整、エネルギー科学技術イノベーションの推進、エネルギーマクロ体系の健全化、一層のエネルギー体制改革、エネルギーの持続可能な発展政策基準体系の構築が柱になった。

このうち、エネルギー構成の最適化では、風力発電、太陽エネルギーを含むグリーンエネルギーの割合を引き上げるとともに、熱電併給や都市ガス配管網の整備、再生可能エネルギーの合理的な利用が盛り込まれている。また、エネルギー科学技術のイノベーションの推進では、風力発電や太陽エネルギー、バイオマス、クリーン石炭の利用のほか、原子力発電やスマートグリッド、新エネルギー自動車、分散式エネルギー等の技術を積極的に開発し、中国としての特徴を持った新しいエネルギー経済を発展させるだけでなく、先進的なエネルギー技術屋設備・製品を国外に着実に輸出するとの方針を示した。国家の計画目標及び政策方針に沿って、省レベル及び市レベルにおいては、これらの目標達成に向けた具体的な取組を実施することになっている。

表 6-1-2 一次エネルギー需要と二酸化炭素排出量予測（基準シナリオ）（100 万 tce）

年	石炭	石油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電・太陽エネルギー	バイオマス発電	アルコール・ガソリン	バイオディーゼル	合計	化石燃料燃焼 CO ₂ 排出量 100 万トン	人口 億人
2000	944	278	30	85	6	0.4	1	0	0	1346	867.2	13.07
2005	1536	435	60	131	20	0.8	1.9	1.8	0.6	2189	1409.3	-
2010	2424	628	109	217	28	7	16	10	0.6	3438	2134	13.6
2020	2991	1096	271	294	90	20	30	22	3.1	4817	2779	14.4
2030	2932	1708	460	358	181	54	44	33	7.9	5526	3179	14.7
2040	3001	1710	532	380	380	84	71	36	8.5	6202	3525	14.7
2050	2925	1836	668	397	595	103	86	39	9.2	6657	3465	14.6

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素発展之路」（国家发展改革委员会・能源研究所）⁵

表 6-1-3 一次エネルギー需要と二酸化炭素排出量予測（低炭素排出シナリオ）（100 万 tce）

年	石炭	石油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	太陽エネルギー発電	バイオマス発電	アルコール・ガソリン	バイオディーゼル	合計	化石燃料燃焼 CO ₂ 排出量 100 万トン	人口 億人
2000	944	278	30	85	6	0	0	1	0	0	1346	867.2	13.07
2005	1536	435	60	131	20	1	0	2	2	1	2189	1409.3	-
2010	2173	528	109	207	46	12	0	9	2	1	3087	1943	13.6
2020	2195	843	349	375	136	51	1	32	8	6	3996	2262	14.4
2030	2091	964	529	401	301	92	4	52	28	12	4474	2345	14.7
2040	2063	1010	628	424	471	118	9	61	36	13	4833	2398	14.7
2050	1984	1025	745	422	760	169	20	68	44	14	5250	2406	14.6

出典：「中国 2050 年低炭素情景和低炭素発展之路」（国家发展改革委员会・能源研究所）⁵

表 6-1-4 一次エネルギー需要と二酸化炭素排出量予測(低炭素強化排出シナリオ)(100万 tce)

年	石炭	石油	天然ガス	水力発電	原子力発電	風力発電	太陽エネルギー発電	バイオマス発電	アルコール・ガソリン	バイオディーゼル	合計	化石燃料燃焼CO ₂ 排出量100万トン	人口億人
2000	944	278	30	85	6	0	0	1	0	0	1346	867.2	13.07
2005	1536	435	60	131	20	1	0	2	2	1	2189	1409.3	-
2010	2083	532	107	180	40	18	0	8	2	1	2971	1943	13.6
2020	2144	838	330	354	145	66	1	31	8	6	3921	2194	14.4
2030	1903	943	491	395	301	156	5	49	20	12	4275	2228	14.7
2040	1814	993	604	429	497	214	16	59	22	13	4660	2014	14.7
2050	1715	1032	710	420	761	239	37	63	23	14	5014	1395	14.6

出典：「中国2050年低炭素情景和低炭素発展之路」(国家発展改革委員会・能源研究所)⁵

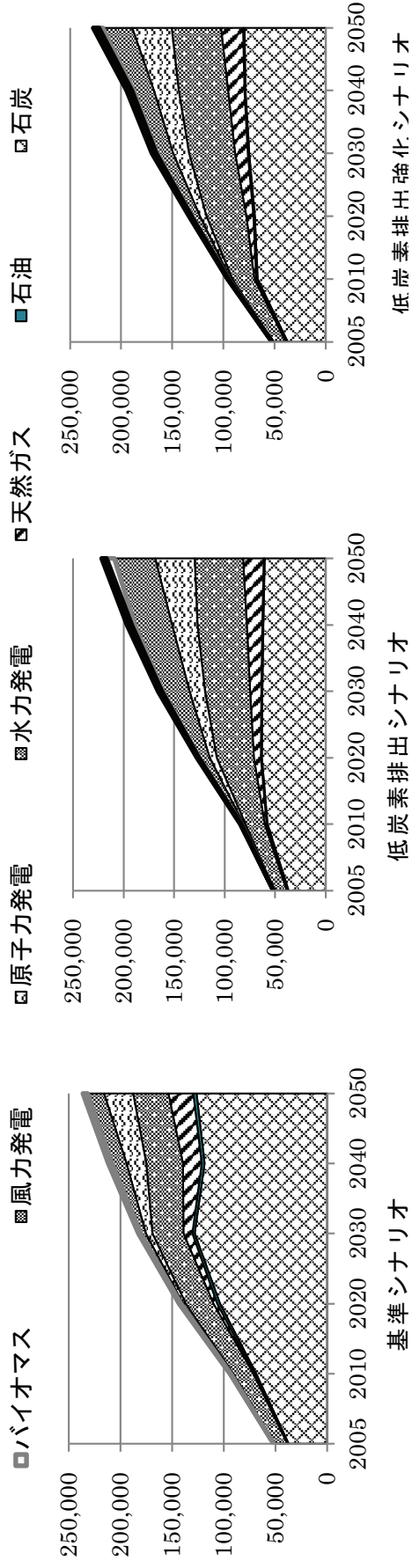


図 6-1-4 発電設備容量予測

出典：「中国2050年低炭素情景和低炭素発展之路」(国家発展改革委員会・能源研究所)⁵

表 6-1-5 各シナリオにおける主要パラメータと特徴

パラメータ	基準シナリオ	低炭素排出シナリオ	低炭素排出強化シナリオ
GDP	国家の3段階目標を達成する。2005年～20年の年平均伸び率9%、2020年～35年の年平均伸び率6%、2035年～50年の年平均伸び率4.5%。	基本的に基準シナリオと同じ	基本的に基準シナリオと同じ
人口	2040年に14億7000万人のピークに達した後、2050年には14億6000万人に減少した。	基準シナリオと同じ	基準シナリオと同じ
一人あたりのGDP	2050年に27万元(3万8000米ドル)に達する。	基準シナリオに類似	基準シナリオに類似
産業構造	経済構造の一定の合理化が行われ、2030年以降は第三次産業が主要部分を占める。また、第二次産業による社会発展が大量の物資消費という特徴を示し、重工業が依然として重要な位置を占める。	経済構造がさらに合理化され、現在の先進国と類似する。新興工業と第三次産業の急速な発展を見せ、情報産業が重要な位置を占める。	低炭素排出シナリオと同じ
都市化率	2030年：70%、2050年：80%。	基準シナリオに類似	基準シナリオに類似
輸出入構造	2030年に第一次産品の国際競争力の喪失が始まる。エネルギー多消費産品は国内需要を満たすことを第一とする。	2030年に第一次産品の国際競争力の喪失が始まる。エネルギー多消費産品は国内需要を満たすことを第一とする。高付加価値産業とサービス業の輸出が顕著に増加する。	低炭素排出シナリオと同じ
一次エネルギー	2050年：約65億tce	2050年：約53億tce	2050年：約53億tce

一需要	2050年：120億トン(CO ₂)	2050年：80億トン(CO ₂)	2050年：55億トン(CO ₂)
二酸化炭素(CO ₂)排出量	2020年には比較的良好な管理が行われるが、汚染を受けて管理を行うという従来の方法は変わらない。「環境クズネット曲線」(横軸に1人あたり平均所得、縦軸に環境汚染の程度を取ると、1人あたりの所得増加につれて初めは汚染が増大し、一定レベルに達した後、低下に転ずる逆U字型の曲線) 効果を具体的に示す。	基準シナリオと同じ	基準シナリオと同じ
国内環境問題			
エネルギー使用技術の進歩	2040年に先進的なエネルギー使用技術が一般的な応用段階に達し、中国は世界的に見てトップランナーとなる。技術効率は現在に比べて40%程度向上する。	2030年に先進的なエネルギー使用技術が一般的な応用段階に達し、中国の工業をはじめとしたエネルギー使用技術は世界のトップとなる。また中国は、先進的な省エネ技術を製造する世界のトップランナーとなる。技術効率は現在に比べて40%程度向上する。	低炭素排出リナリオと同じ
非在来型エネルギー資源利用	2040年以降に非在来型天然ガス及び非在来型石油の開発・採掘が必要になる。	2040年以降に非在来型天然ガスの開発・採掘が必要になる。	基本的に、非在来型石油と天然ガスの開発・採掘が必要としない。

<p>太陽エネルギー 一・風力発電等 の発電技術</p>	<p>2050年に太陽エネルギーの発電原価は0.39元/kWhとなり、陸上風力発電が普及する。</p>	<p>2050年に太陽エネルギーの発電原価は0.27元/kWhとなり、陸上風力発電が普及するとともに、近海の洋上風力発電が大規模に開発される。</p>	<p>低炭素排出リナリオと同じ</p>
<p>原子力発電技 術</p>	<p>2050年に2億kWを上回り、発電原価は2005年の0.33元/kWhから2050年には0.24元/kWhに低下する。</p>	<p>2050年に3億3000万kWを上回り、発電原価は2005年の0.33元/kWhから2050年には0.22元/kWhに低下する。2030年以後に第4世代原子力発電所の大規模建設段階に入る。</p>	<p>2050年に3億8000万kWを上回り、発電原価は2005年の0.33元/kWhから2050年には0.22元/kWhに低下する。2030年以後に第4世代原子力発電所の大規模建設段階に入る。</p>
<p>石炭火力発電 所の新設</p>	<p>超臨界及び超超臨界が主力となる。</p>	<p>2020年以前に超臨界及び超超臨界が主力となり、その後、石炭ガス化複合発電(IGCC)が主力となりはじめる。</p>	<p>2010年に石炭ガス化複合発電が主力となりはじめる。</p>
<p>炭素の回収・貯 留(CCS)</p>	<p>考慮されていない。</p>	<p>2020年に実証プログラムがスタートし、その後、いくつかの低コストCCSプロジェクトが進められ、2050年には新設のIGCCに設置されて運転を開始する。</p>	<p>すべてのIGCC発電所にCCSが採用される。また鉄鋼やセメント、電解アルミニウム、合成アンモニア、エチレン等の産業でCCSが採用され、2030年以降に基本的に普及する。</p>
<p>水力発電</p>	<p>2050年の設備容量が3億4000万kW、発電電力量が11兆kWhを上回る。</p>	<p>2050年の設備容量が4億3000万kW、発電電力量が13兆kWhを上回る。</p>	<p>低炭素排出リナリオと同じ</p>

近代的なバイオマス利用技術	2050年の利用が標準炭換算で7000万トンに近づき、コストは430元/標準炭換算トンに低下する。	2050年の利用が標準炭換算で9000万トンに近づき、コストは370元/標準炭換算トンに低下する。	低炭素排出リナリオと同じ
国民の生活スタイル	クリーンなエネルギーが十分に利用され、省エネ家電が普及する。農村の生活用エネルギーが、商品化されたエネルギーで代替される。	炭素排出量が少ない環境にやさしい住宅が広範に利用される。	低炭素排出リナリオと同じ
交通発展	急速に発展し、公共交通機関による遠出が便利になり、大都市軌道交通も整備される。	公共交通ネットワークが急速に整備され、軌道交通も整備される。	人口100万人以上の都市では公共交通が主力となり、小規模都市と農村では、エンジンを使わない車(自転車等)が主力となる。
交通技術	燃費が30%向上する。	燃費が60%向上する。	低炭素排出リナリオと同じ
食物の消費傾向	肉製品の消費が急速に増加する。	肉製品の消費が緩やかに増加する。	肉製品の消費が抑制される。
森林地帯の発展	森林面積が次第に拡大する。	森林面積が急速に拡大する。	低炭素排出リナリオと同じ
炭素税	2020年に比較的低い税率でエネルギー税の徴収がスタートする。	2020年に比較的低い税率でエネルギー一税の徴収がスタートし、その後、税率が上がる。	低炭素排出リナリオと同じ
炭素取引	クリーン開発メカニズム(CDM)あるいは類似の方式によって行う。	2020年以降、部門方式あるいは区域方式によって国際的な炭素取引に参加する。	低炭素排出リナリオと同じ
排出削減目標	なし	2030年開始を承諾	低炭素排出リナリオと同じ

6.1.4 将来予測の比較対比

以上のような中国のエネルギー需要に関する、IEA の 2035 年予測、日本エネルギー経済研究所の 2035 年及び 2040 年予測、そして、中国科学院等による 2050 年までの予測の中から、主要なファクターを抜き出し、比較して整理すると表 6-1-6 のようになる。

(1) 人口の年率は 0.1%~0.5% で緩やかに増加傾向にある。人口増加のピークは 2025~2040 年で 14 億人前後に達成する。GDP 成長率に関して中国科学院の推計によれば、2010~2020 年は年率 9%、2020~2035 年は同 6%、2035~2050 年は同 4.5% へ減速する。エネルギー経済研究所の推計も同様で 2011~2040 年は年率 5.2% で、過去 20 年間の 10% 超から半減する見込みである。現在の高度経済成長が続くのは 2020 年頃までで、その後は減速し、やや安定化していくとみられている。人口と経済は今後も伸びるが 2020 年以降は鈍化していき、エネルギー効率が向上し、エネルギー供給の低炭素化が政策的に進むと考えられている。

(2) 一次エネルギー利用 (TPES) について、2040 年までの平均年率は 1.7% 増加し、2040 年に一次エネルギー消費量は約倍増すると中国科学院とエネルギー経済研究所はほぼ同様な予測をしている。この中で、石炭依存率は研究報告間での差があり、中国科学院の予測では 2040 年に 48%、2050 年に 44% に低下する。エネ研の見通しでは、2035 年に 55%、2040 年に 51%、IEA の予測では 2035 年に 51-60% となっている。これは脱石炭・天然ガス・再生エネルギー・原子力の利用拡大が積極的に進められる結果である。電力の低炭素化がどこまで進むかについて見解は分かれる。IEA は再生エネルギーが一次エネルギーに占める比率を 2035 年に 9-13%、エネルギー経済研究所は 2035 年に 5.1%、2040 年に 10% としている。これに対して、中国科学院の予測では、再生エネルギー比率は最大で 16% に達すると予測している。これは原子力発電と風力発電に対する政策を強化した結果である。

こうした将来のエネルギー種別の構成比や再生可能エネルギー導入の可能性の見通しを踏まえて、中国の低炭素化の実現可能性を検討していくこととする。経済的に成長し、技術的な革新が進み、エネルギー供給構造が変化しつつある中国社会の 2050 年までの将来を展望しながら、本研究で得られた知見を適用して、環境共生型都市形成の可能性と課題を時系列の中で整理し、IEA (A)、エネルギー経済研究所 (B) 及び中国科学院 (C) は中国の中長期的なエネルギー・環境の展望の幅をもって包括的に示すと、図 6-1-5 のようになる。

エネルギー利用が拡大する中での、大気環境保全 (大気汚染) 及び低炭素化の進行は、日本の経験を参考とすれば以下の三つの発生源別に考える必要がある。

- ① 産業公害 (工場型公害) の克服については、大規模なばい煙発生施設に排ガス処理装置の導入によって汚染負荷は 1 桁~2 桁も削減することができる。
- ② 産業公害が解消された後の重い課題は、自動車排ガスによる都市の大気汚染である。
- ③ 低炭素化は中国にとってもっとも難しい政策課題である。エネルギー供給サイドからみたように、石炭依存率の低下と天然ガス利用拡大そして再生可能エネルギー導入拡大の総合効果を算定しつつ、最大限低炭素化の可能性を検討する必要がある。しかし、中国政府が COP15 で表明した、2020 年までに GDP あたりの CO₂

排出量を 40-45%削減するとする目標を達成しても、なお、CO₂排出量を減少に転じるまでにはかなりの時間がかかるものと推定される。

表 6-1-6 中国のエネルギー需要の予測に関する主要なファクターの文献間の比較

主要なファクター	研究機関	2010	2020	2030	2035	2040	2050
一次エネルギー消費 Mtoe	IEA 工 研 科学院	2,209	3,465~3,345	3,687~4,068	3,835~4,361	-	-
		2,216	3,077~2,858	3,744~3,161	3,983~3,181	4423	-
		2,399	3371	3,868	-	4341	4,659
石炭	IEA 工 研 科学院	67% 09年	62~59%	60~53%	60~51%	-	-
		72%	-	-	55%	50%	-
		71%	62~55%	53~45%	-	48~39%	44~34%
石油	IEA 工 研 科学院	17%	17~18%	18~19%	17~18%	-	-
		19%	-	-	21%	-	-
		18%	23~21%	31~22%	-	31~21%	28~21%
天然ガス	IEA 工 研 科学院	3%	7~8%	9~10%	10~11%	-	-
		-	-	-	13%	-	-
		3%	6~8%	8~11%	-	9~13%	10~14%
再生エネ	IEA 工 研 科学院	12%	10~11%	9~12%	9~13%	-	-
		-	-	-	5%	9.7	-
		7%	8~12%	9~15%	-	9~16%	10~16%
原子力	IEA 工 研 科学院	1%	4%	5%	5%	-	-
		-	-	-	5%	6~11%	9~15%
		1%	2~4%	3~7%	-	-	-
CO ₂ 排出量 億トン	IEA 工 研 科学院	7,311	9,727	10,113	10,253	-	-
		7,400	-	-	7,900	-	-
		8,484	10,189	11,656	-	11,656	12,705

構成比率 %

出典： World Energy Outlook 2011-2012 (IEA), 「アジア/世界エネルギーアウトLOOK 2012」(日本エネルギー経済研究所)
「中国 2050 年に至るエネルギー技術発展ロードマップ」(中国科学院) に基づき作成

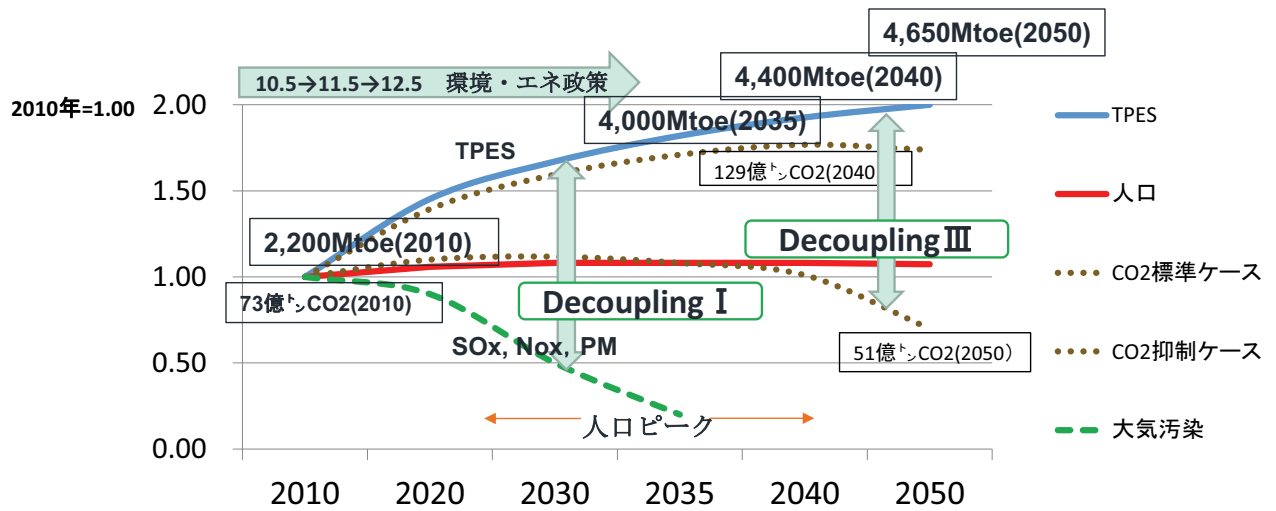


図 6-1-5 3つの研究報告に基づくエネルギー・環境展望（模式図）

以上をまとめると、大気汚染については、2020年までにデカップリングが実現して、改善に向かう可能性が高いが、低炭素化については2040年まではデカップリングの実現は難しい状況にある。

6.2 中国東北部 3 省・5 都市及び北京市のエネルギー・環境の進展

6.2.1 東北三省のエネルギー・環境の展望（2020 年まで）

東北部のエネルギー利用の拡大も全国の伸びと同程度に設定すれば、2020 年には 2010 年の 33%増加、2035 年には倍増と見込まれる。エネルギー消費の抑制を図り、暖房供給地域の大气汚染の改善と低炭素化を進めるために、東北部では再生エネルギー導入、炭層ガス利用、原子力発電の開発等のエネルギー・環境対策の取組が進められてきた。

中国政府は石炭への依存から徐々に脱出するために、2020 年に向けて水力発電 3 億 kW、風力発電 3,000 万 kW、バイオエネルギー発電 3,000 万 kW、太陽光発電 180 万 kW、メタン利用年間 550 億 m³、バイオ燃料 5,000 万トン等の再生エネルギー利用を拡大する計画を立てた。東北部は中央政府の方針に沿って、地域特性を生かしたエネルギー多様化を推進している。再生可能エネルギーでは潜在力が大きい風力・バイオ導入利用と天然ガス利用拡大は究極的に図ってきた。現在、ロシアの天然ガス導入及び賦存量の大きな炭層ガス利用拡大は可能である。これらの対策は大气汚染防止及び低炭素化への寄与が期待される。しかし、前節の中国政府の予測からもわかるように 2020 年までの低炭素化への効果は限定的であることがわかる。

なお、各省の公表データが均質でないため、相互比較が困難な面もある。再生可能エネルギーのうち、風力、太陽光の導入が期待される。風力潜在力について 3 省のいずれも 3000 万 kW 以上を保有し、太陽エネルギー、バイオ資源も豊かな地域に位置する。遼寧省の地域エネルギー特性としては、原子力発電所が運開していること、炭層ガス資源が豊富であることが挙げられる、また地熱開発も進められている。吉林省のオイルシェール(oil-shale) 860 億トンは全国の 81%を占めている。黒竜江省は比較的により水力が豊かな地域である。ロシアと接しているために、天然ガスが導入される一番近い地域として有利性を持っている(以上、表 6-2-1)。

表 6-2-1 2020 年までの東北部エネルギー開発の概要と特徴

	2010 年	2015 年	2020 年	特徴
遼寧省	<p><u>エネルギー構成</u> 石炭 67.8% 石油 27.3% 天然ガス 1.3% 水電 0.6% <u>発電設備容量</u> 電力設備総量：2850 万 kW 風力発電：340 万 kW (12%) 太陽光発電 7.5 万 kW (炭層ガス発電 2.96 万 kW 阜新)</p>	<p><u>再生可能エネルギー開発</u> 風力 600 - 1000 万 kW 原子力 108 万 kW×4 基 太陽光・バイオ・ゴミ発電 天然ガス一次エネ比率 5.9% 向上</p>		<p><u>地域エネルギー特性</u> ・原子力発電所運開 ・風力潜在力 4200 万 kW ・バイオ資源豊富 ・太陽エネルギー豊富 ・地熱開発 ・阜新市に炭層ガス豊富</p>
吉林省	<p><u>エネルギー構成</u> 石炭 74.7% 石油 17.3% 天然ガス 2.8% 非化石エネルギー消費 5.5% <u>発電設備構成</u> ・火力：1375 万 kW ・水力 427 万 kW ・風力 221 万 kW ・バイオ 11.2 万 kW ・炭層ガス 1.15 万 kW (利用率 21.9%)</p>	<p><u>エネルギー構成</u> 石炭 62% 石油 17.5% 天然ガス 9.4% 非化石エネルギー消費 9.8% <u>発電設備構成</u> ・火力：1898.35 万 kW ・水力：370 万 kW ・風力：1458 万 kW ・バイオ：94.05 万 kW ・炭層ガス 1.15 万 kW (利用率を 30% に改善)</p>		<p><u>地域エネルギー特性</u> ・oil-shale 860 億ト (全国の 81% を占める) ・風力潜在力 4500 万 kW ・バイオ資源 4674 万ト/年 ・太陽エネルギー豊富 ・内蒙から石炭・露の天然ガス・石油供給 ・東北・華北に給電 ・天然ガス比率上昇中</p>
黒竜江省	<p><u>エネルギー構成</u> 石炭 68% 石油 25.6% 天然ガス 4.1% 水電 0.6% 風力 1.7% <u>再生可能エネルギー導入</u> ・風力 240 万 kW (2000 万 kW 申請) ・水力 94.15 万 kW ・バイオ 7.2 万 kW (29.7 万 kW 申請)</p>	<p><u>再生可能エネルギー開発</u> ・風力 420 万 kW, ・水力 140 万 kW ・バイオ 48 万 kW ・太陽光発電 15 万 kW</p>	<p><u>再生可能エネルギー開発</u> ・風力 720 ~ 1020 万 kW ・水力 260 万 kW ・バイオ 120 kW ・太陽光 50 万 kW</p>	<p><u>地域エネルギー特性</u> ・風力潜在力 3,000 万 kW ・河川包蔵水力 87.8 万 kW</p>

6.2.2 調査対象 6 都市のエネルギー・環境の展望（2020 年まで）

東北部の 5 都市と北京市はいずれも地域エネルギー導入への取組みを積極的に推進している。エネルギー・環境の将来の展望は個別には明らかにされていないが、東北部の特徴的な要素を加味し、また、各市の政府が明らかにしている計画や構想を参考にして、将来のエネルギー需給の主要なポイントを整理すれば表 6-2-2 のようになる。

都市の政策方針として産業構造の転換によるエネルギー消費構造を調整する取組はすべての都市にみられた。

北京への天然ガス導入は特別な政策方針に基づき進められ、天然ガスを用いたコンバインド・サイクルの火力発電所が 2008 年から稼働中である。北京市 12 次 5 年計画でもわかるように、北京市では石炭使用を大幅に削減し、天然ガス・電力（市外から調達導入）・再生エネルギー（太陽エネルギー・地熱エネルギー・バイオエネルギー）の合計利用率を 80%以上に高める目標が立てられた。このために、都市中心部の石炭火力発電所（3 か所）と大型石炭ボイラ（63 個）をガス燃焼設備に改造し、石炭を直接使用する住宅の改造を行い、北京市中心部（五環以内）の熱供給燃料の使用は石炭から脱出する。このほか、NO_x 排出総量コントロール制度を設立し、自動車排ガス基準の実施を高め、老化自動車の廃棄、公共用自動車のクリーンエネルギー使用等環境保護の取組も重要視されている。

東北部の 5 都市においては産業構造の転換によるエネルギー消費構造の調整を図り、地域の特徴を活かした新エネルギー・再生可能エネルギーの開発を進めることに重点が置かれてきた。第 12 次 5 年計画によれば、瀋陽市のグリーンエネルギーの開発利用は風力・原子力・新エネルギー自動車、太陽光発電分野に視点を置いている。大連市の臨海部立地を活かした洋上風力発電の開発、阜新市の炭層ガス利用の拡大策は特徴的であり、長春市はバイオエネルギーの利用に有利な条件を備えている。モデル事業として地熱・海水熱の利用も推進している。これら地域エネルギー導入への取組みは環境共生型都市の礎石として非常に重要である(以上表 6-2-2)。

表 6-2-2 2020 年までの 6 都市のエネルギー開発の重点事項

北京市	瀋陽市	大連市	阜新市	長春市	哈尔滨市
<p><u>2010 年</u> 天然ガス 12.9% 再生エネ 2.7%.</p> <p><u>2015 年</u> ・天然ガスの優先普及 ・電力、天然ガス、新 エネ・再生可能エネル ギーの比率を 80%に 拡大。 (太陽光 25 万 KW, 風力 30 万 kW, バイ オ 20 万 kW, 地中熱 ヒートポンプでの暖 房供給 5000m2) ・再生エネルギー比率 6.1%</p>	<p><u>2010 年</u> 天然ガス 2.54%</p> <p><u>2015 年</u> ・省の方針を受け、 風力・太陽光・バイ オ利用拡大中 ・地下水熱源ヒート ポンプによる熱供 給</p>	<p><u>2010 年</u> 一次エネルギーに占め る非化石燃料比率 0.05%</p> <p><u>2015 年</u> ・強風と日射量の多さ を活かし陸上・洋上風 力、 ・太陽光発電導入促進。 ・海水熱源ヒートポン プで利用。 ・TPES に占める非化 石燃料比率 2.5%を目標 とする ・再生エネ率 10～15%</p>	<p><u>2010 年</u> 風力が総発電量に占 める割合 20% 炭層ガス発電 2.96 万 kw</p> <p><u>2015 年</u> ・強風を活かして風 力 675 万 kw ・太陽光発電 100 万 kw ・バイオ 16 万 kW ・炭層ガス 285 万 kw</p> <p><u>2020 年</u> 風力 1000 万 kW</p>	<p><u>2010 年</u> 長い日射量を活かし た太陽光発電所 100MWp. 多量の農業廃棄物を 活かしたバイオ利 用：熱電所 2×1.5 万 kW 風力、太陽熱、地熱、 メタン、バイオエネ ルギー利用推進中</p>	<p><u>2010 年</u> 水電：9.3 万 kW</p> <p><u>2015 年</u> ・強風と日射量の 多さを活かして風 力発電、 ・太陽光発電を導 入促進。</p>
<p>天然ガス導入で脱石 炭を最大限に推進</p>	<p>グリーン電力の購 入を推進中</p>	<p>臨海部立地を活かした 洋上風力発電の推進等</p>	<p>再生エネ基地建設を 推進中。風力、炭層 ガスに特徴</p>	<p>周辺地域でのバイオ 資源の有効活用に期 待</p>	<p>風力・太陽光の導 入促進</p>

6.3 環境共生型都市ビジョンの実現に向けた分析結果と提言

本節では、環境共生型都市ビジョン、良好な大気環境と低炭素化を目指し、第1章から第5章までにおける中国東北部の諸都市が抱えるエネルギー・環境問題の洗い出し、住宅・家庭におけるエネルギー消費実態把握、そして家庭での電力消費の実測調査の結果を踏まえ、環境共生型都市形成に係る対策項目別に政策的な検討を行うこととする。

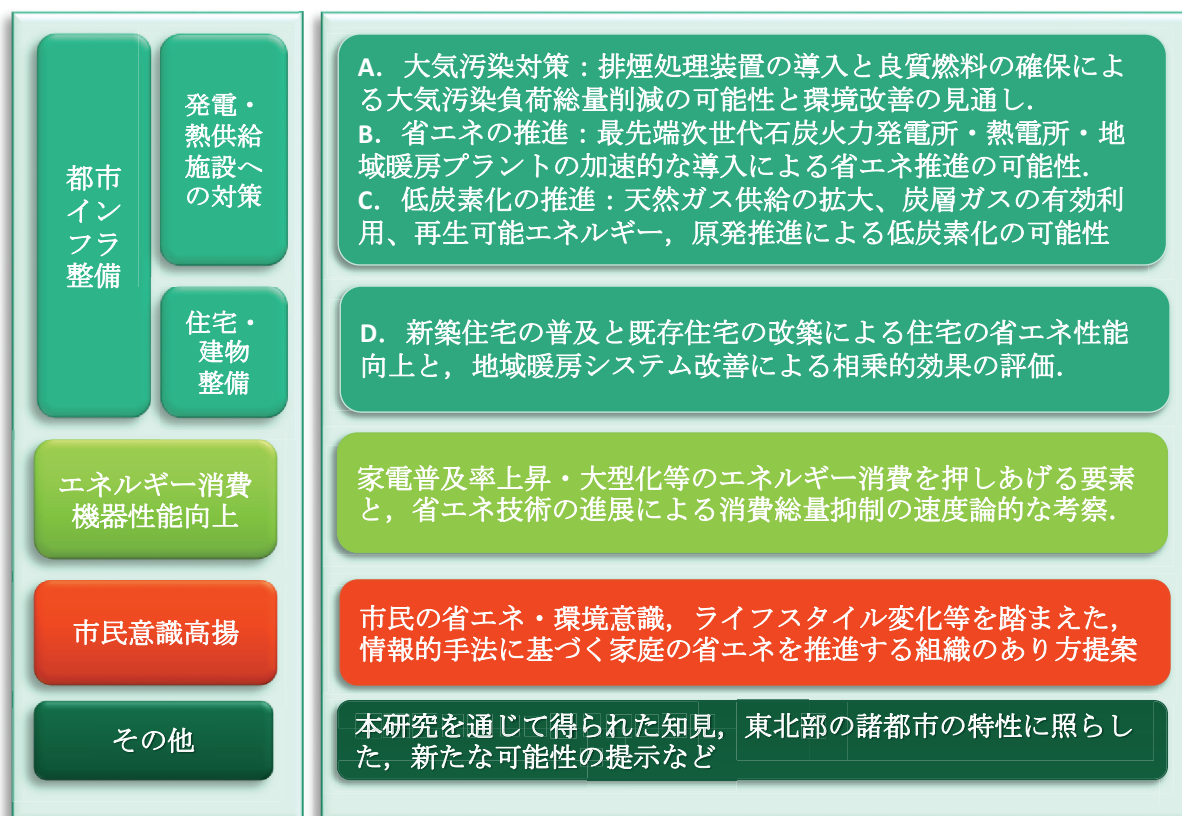


図 6-3-1 環境共生型都市形成に係る対策検討項目

6.3.1 都市インフラ整備による大気環境改善効果について

まず、大気汚染の改善について、3章での分析結果に基づいて検討を行ってみることにする。大気汚染の検討にあたって最も重要な要素は、石炭利用技術の導入可能性である。大気汚染を改善するための高効率発電設備及び脱硫・脱硝措置の導入、環境基準の強化が重要である。

6.1 で述べたように日本の経験によれば、産業公害（工場型公害）の克服は大規模なばい煙発生施設に関しては、排ガス処理装置の導入によって汚染負荷は1桁～2桁も削減できることがわかる。中国では、第10次5カ年計画から始まった、大規模装置施設への排煙脱硫装置の導入義務化は、第11次5カ年計画において徹底が図られ、95%の脱硫率が標準的なものとなっている。煤塵除去装置（電気集塵機）についてはさらにさかのぼって導入が義務化されてきた。発電所への脱硫装置の導入は2005年の14%から2010年には86%、5.78億kWに急上昇し、大規模施設（ばい煙排出量の3分の1を占める発電所及び東北地方特有の地域暖房プラント、熱電所プラント）への排ガス処理装置の本格的な導入

によって、2020年代の早い時期に古典的な（固定発生源に起因する）大気汚染（SO_x，NO_x，PM）は相当の改善が見込まれる（Decoupling I に突入しつつある）。排ガス処理装置の性能の現状と改善見通しは表のとおりである。

表 6-3-1 排ガス処理装置の性能の現状と改善見通し

項目	排煙処理の性能	対応技術
SO ₂ 脱硫技術 (DeSO _x)	95%脱硫普及（中国） 68～99%脱硫で平均 0.21g/kWh を実現（日本） 99%脱硫率の実用化の実用で 0.01g/kWh 中国では低硫黄燃料の確保を推進中	脱硫装置湿式石灰石石膏法 脱硫装置乾式活性炭法 天然ガスの導入及び低硫黄石炭の確保（0.7%）
NO _x 脱硝技術 (DeNO _x)	75%脱硝推進中（中国） 67～93%脱硝で平均 0.51g/kWh を実現（日本） 93%脱硝率の実用で 0.05g/kWh に低減（日本の磯子火力発電所）	二段燃焼法・低 NO _x バーナー 排煙脱硝装置（NH ₃ 還元法）
PM 集塵技術	現在 0.01～0.02g/kWh（日本） 中国でも同等レベルが実用化の域にある	電気集塵(ESP) バグフィルター

出所:J-POWER グループサステナビリティレポート 2013

産業公害が解消された後の、重い課題は、自動車排ガスによる都市内の大気汚染である。自動車環境対策が奏功するまでには、日本経験に照らしてもかなり長い時間がかかるものと見込まれる。本研究では自動車公害は対象としていないが、都市インフラである発電所や地域暖房システムに熱を供給する熱電所、地域暖房プラントの対策として、上記硫黄酸化物対策に加えて、窒素酸化物対策が重要性をもってくる。窒素酸化物対策については、第12次5カ年計画から中国でも脱硝装置除去率75%の導入義務付けが始まっており、都市大気汚染の環境基準を達成するために不可欠の装置として今後普及することが見込まれる。また、現在日本磯子火力発電所で93%脱硝率をもつ脱硝装置の導入で窒素酸化物の排出量を0.05g/kWhに低減することが実現している。こうした技術を中国でも導入して脱硝装置の除去率の向上によって窒素酸化物の更なる低減を図ることが期待できる。

集塵対策技術の向上も同様に進められてきている。2011年末以来、大気中のPM2.5の監視体制は強化され、測定データが積極的に公表されてきているが、人への健康影響が懸念される緊急事態レベル（重度汚染、嚴重汚染）の汚染が北京、上海などで頻繁に観測されている。この数年の間、PM2.5は中国の大気汚染の代表的な指標と見做されるようになっているが、原因物質の発生源別の排出量や、移流・拡散・大気中での粒子状物質の生成メカニズムなどについては今後とも研究が必要である。その基本的な対策としては硫黄酸化物、窒素酸化物、煤塵等の基礎的な大気汚染物質の大幅な削減を図ることにある。中国政府は2013年9月に緊急に都市のPM10.0とPM2.5対策のための「大気汚染防止行動計画」を打ち出して、きめ細かな対策を実施する方針を示した。

表 6-3-2 排ガス処理装置の導入を前提に規制強化

汚染物質	旧排出基準		新たな排出基準*	
	新設施設適用	既設・高硫黄石炭, 無煙炭	北京, 瀋陽等に適用 **	その他の地域に適用
SO _x SO ₂ 換算	400 mg/m ³ 140ppm	1,200 mg/m ³ 420ppm	50 mg/m ³ 17.5ppm	200 mg/m ³ 70ppm
NO _x NO ₂ 換算	450 mg/m ³ 220ppm	1,100 mg/m ³ 536ppm	100 mg/m ³ 49ppm	200 mg/m ³ 97ppm
ばいじん	50mg/m ³	200 mg/m ³	20 mg/m ³	30 mg/ m ³

付表 中国の火力発電所の大気汚染物質排出基準（国家基準）

* 国家基準：2011年7月29日公布，2012年1月1日から適用。

** 北京，上海，広州，瀋陽，山東半島，武漢，長沙，成都，福建

排ガス処理装置の導入を前提に汚染物質の排出規制も強化されている（表 6-3-2）。

さらに，現在の中国では石炭利用技術は世界的にみても最先端のものが導入されている。

以上をまとめて述べれば，石炭利用施設への大気汚染防止装置（排ガス処理装置）についても日本と遜色ない最新鋭のものが導入されつつある。また，最新鋭の処理装置の導入を必要とするレベルにまで大気汚染規制が強化されてきている。以上の政策動向を踏まえれば，2020年までに固定発生源に起因する大気汚染は相当程度改善される。

6.3.2 都市インフラ整備等による省エネ・低炭素化の推進

低炭素化は，中国にとってもっとも難しい政策課題である。エネルギー転換施設の熱効率向上と，地域暖房システムの高効率化，熱需要先でエネルギーロスの削減などを総合的に進める必要がある。エネルギー供給サイドからはすでにみたように，石炭依存率の低下と天然ガス利用拡大そして再生可能エネルギー導入拡大の総合効果を算定しつつ，最大限低炭素化の可能性を検討する必要がある。しかし，中国政府が COP15 で表明した，2020年までに GDP あたりの CO₂ 排出量を 40-45%削減とする目標を達成しても，なお，CO₂ 排出量を減少に転じるまでにはかなりの時間がかかるものと推定される。

低炭素化の検討（表 6-3-3）はエネルギーの効率の向上とエネルギー源の多様化の観点の二つの観点に区分して，以下のようにまとめることができる。

（1）省エネ性能の向上

東北部諸都市での①地域暖房システム改善（料金制度を従量制に変更し，各戸に温度調節機能を装備するなど）②石炭利用施設の熱効率の向上及び③省エネ住宅の普及による暖房熱原単位の削減は，2020年代には技術的には日本と同等レベルに達すると見込まれる。一巡後は社会インフラの維持・更新のために経済成長が必要となる。

（2）エネルギー源の低炭素化

全国レベルでのエネルギーの質的転換に伴い低炭素化は進み，CO₂ 排出強度は低下するが，2040年まではエネルギー消費総量の増加が排出係数の低下を上回るとみられる。

表 6-3-3 都市インフラ整備等による省エネ・低炭素化の推進

項目	2010	2020	2030～2035	2050
火力発電所効率向上*4	微粉炭火力（USCの導入進む） CO ₂ 排出比較ベース 発電端：43% 送電端：41%	2020年頃からA-USCが主力 ～11%↓ 発電端：48% 送電端：46%	IGCC 石炭ガス化複合発電の導入を前提 11～15%↓ 発電端：51～53% 送電端：46～48%	IGFC 石炭ガス化燃料電池複合発電の導入を前提 25%↓ 発電端：60% 送電端：55%
地域暖房システム改善	地暖導入で熱原単位 2/3 に低下。プラント熱効率 64.4%(17.4%↑)	住宅省エネ、熱従量料金制、熱計量器の導入が併進。	石炭利用技術の進展とともに効率が向上。	省エネ住宅の普及と相俟って暖房熱原単位は数分の1に減少。
省エネ住宅 新築：省エネ基準達成 既存：住宅改造（暖房熱利用）	新築：住宅省エネ基準 50%達成 既存：1.8 億 m ² 改造 11・5 次 5 年間 5,900 万トンの省エネ	新築：省エネ基準 65%達成 既存：住宅省エネ改造が一巡。一層の省エネ住宅普及	新築：省エネ基準 75%達成 この頃までに新築住宅面積は 30 億 m ² 増加し 1 割は東北部。	炭素排出量が少ない環境にやさしい住宅が広範に利用される。
CO ₂ 排出係数 (t-CO ₂ /toe)	3.00	2.96～2.93	2.74～2.73*2	2.40～1.45
CO ₂ 排出量 百万トン	7311*3	8044～8294	8593～8169	8822～5115*1

出典：J-POWER グループサステナビリティレポート 7，中国政府の公表資料等に基づき作成

注：*1. 一次エネルギー換算（中国科学院 2050 ロードマップに基づき試算）

*2. 2030 年値

*3. IEA *4. 電源開発株式会社資料

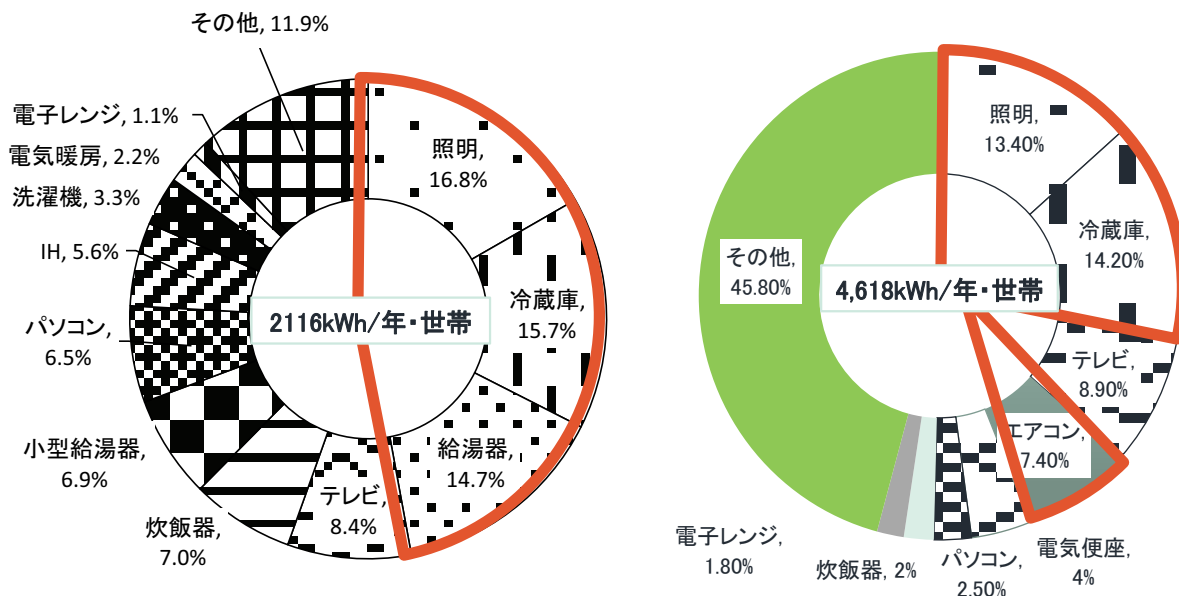
したがって、低炭素社会への転換は、2040 年以降に CO₂ 排出とエネルギー消費との Decoupling III が起こることによってようやく可能になるとみられる。

6.3.3 家電品の省エネ化の可能性の検討

1. 家電品の省エネ化の可能性の検討

一方、家庭での電力消費を節減する努力は、これから本格的に重要になってくる。北京を含めた東北部の家庭での電力消費量は、現在は日本の半分程度で、基礎的なニーズの段階に留まっていると言えるが、経済的な余裕が生まれれば家電品の大型化、高度化によって増大していくと予測される。

第 4 章で明らかになったように中国東北部の家電品の中で①照明、②冷蔵庫、③給湯器、④テレビの電力消費量が大きく、日本と類似に家庭の総電気消費量の約半分程度である。なお、東北部では電気給湯器の消費電力が大きいという特徴がある。



(注) その他：他の調査機器（金魚水槽ヒーター，レンジフード，エアコン，電子毛布，電気便座），調査対象外機器
 (注) その他：給湯器，電気暖房，洗濯機，その他
 出典:資源エネルギー庁

a. 中国東北部

b. 日本

図 6-3-2 家電品の年間消費電力量の比率推定

表 6-3-4 主要な家電品の省エネ化に関する速度論的な考察

機器名称	東北部の現状分析	省エネ化の可能性	東北部の特徴と課題
照明	・高効率蛍光灯普及段階（白熱灯に比べ60-80%省エネ）	LED 導入で白熱灯に比べ90-95%省エネ。2020年に照明分野でのLEDの20%普及で5%の省エネ。	・LEDの普及推進が鍵 ・当面は啓発活動が重要 ・コストの低減が必要
冷蔵庫	・容量200~250Lが主流（181~230Lが市場シェアの60%を占める） ・ワットチェッカー実測に基づく消費電力量は約360kWhと推定された。	・日本では真空断熱インバータの導入で2006年以降、革新的に省エネが進行中。 ・大型（容量400~450L）化しても冷蔵庫の消費電力は288~101kWh/年*に抑制可能。	・冷蔵庫の大型化が見込まれるが、それに伴う消費量の増加は十分抑制が可能 ・コストの低減が必要。
給湯器	・電気給湯器（蓄水式，速熱式）が普及の要 ・北京でガス給湯器（高安全性・大出水量が主流）の普及中であるが、市民には安全性への懸念	・ガス給湯器の熱効率（一次エネルギー換算）は電気給湯器（28%）に比べ高く（74%）程度。 ・電力を使用しても、ヒートポンプを導入すれば熱効率は格段に向上（107%）**	・ガス給湯器は低コスト ・ガスの安全供給を強化 ・市民の安全利用教育 ・ヒートポンプのコストの低減が必要

* 出典:省エネルギー性能カタログ 2013 夏（資源エネルギー庁）

** 出所: <http://www.alldenka-hybrid.jp/alldenka/ecocute/>

これらの家電品ごとの省エネの可能性を考察した結果は表 6-3-4 に示したとおりである。照明については、東北部では高効率蛍光灯の普及を進めている状況にあるので、LEDを一層普及することによって、電力消費量の増加を大幅に抑制することが可能とみられる。冷蔵庫については東北部で最も普及しているサイズは 200ℓである。日本では 2006 年以降、革新的な技術導入によってむしろ 400ℓサイズの大型冷蔵庫の消費電力が、200ℓサイズを下回る逆転現象も生じている。こうした新しいタイプの冷蔵庫の普及が進めば、大型化しても現在と同レベル（360kWh/年の程度）の消費電力に抑制することが可能となっていると判断される。

さらに、電気給湯器³に関しては中国では効率が低いものが普及している。ガスの普及によって効率が高まるほか、（自然冷媒）ヒートポンプ給湯器の普及の条件を整備することによって、エネルギー省を大幅に抑制することが可能と考えられる。ただし、寒冷地であることへの配慮が必要であり、コスト高を解消するための政府の支援政策が必要である。

このようにすでに実用化されている技術を普及させることで、2020 年までの急速な経済成長時期に、家庭の電力消費を増大させずに生活の利便性を高めることが可能と考えられる。しかし同時に、中国政府が進めてきた、電化製品の省エネルギー基準の設定、省エネ家電の普及支援を更に充実・拡大させることが必要となると考えられる。

2. ライフスタイルからみた省エネ推進における留意事項

このように、個別の家電品の省エネ性能の向上によって、当面は電力消費を著しく増大させずに、住宅・家庭における生活の豊かさや利便性を高めることが可能とみられる。しかし、第 4 章の省エネでの実測調査の結果を踏まえて、ライフスタイルの変化が電力消費を押し上げる可能性についても考えておく必要がある。

(1) 若者世代へのパソコンの普及が進み、利用時間が長いために、家庭での電力消費を押し上げている。若年層は情報機器利用度が高く、将来的には幅広い年齢層が情報機器利用を拡大。省エネ化が重要である。

(2) 若年層は在宅時間及び外食の頻度に長いために、厨房電力消費量が少ないが、年齢が高まるにつれ、また高齢化社会の進行とともに厨房での電力消費量の増加が見込まれる。ただし、天然ガスの普及拡大が政策的に進められており、厨房の電力消費を節減する余地はある。

表 6-3-5 省エネナビ実測に基づく電力消費量内訳表

項目	a 情報機器	b 厨房機器	c 居室機器	d その他
C 中年夫婦	○	◎	◎*水槽	◎
B 育児世帯	△	◎	○	◎
A 若年夫婦	◎	△	△	△ *ガス給湯器

*特注な事情 I A 世帯（北京）ではガス給湯器を使用。 II C 世帯（阜新）では熱帯魚の水槽を使用。

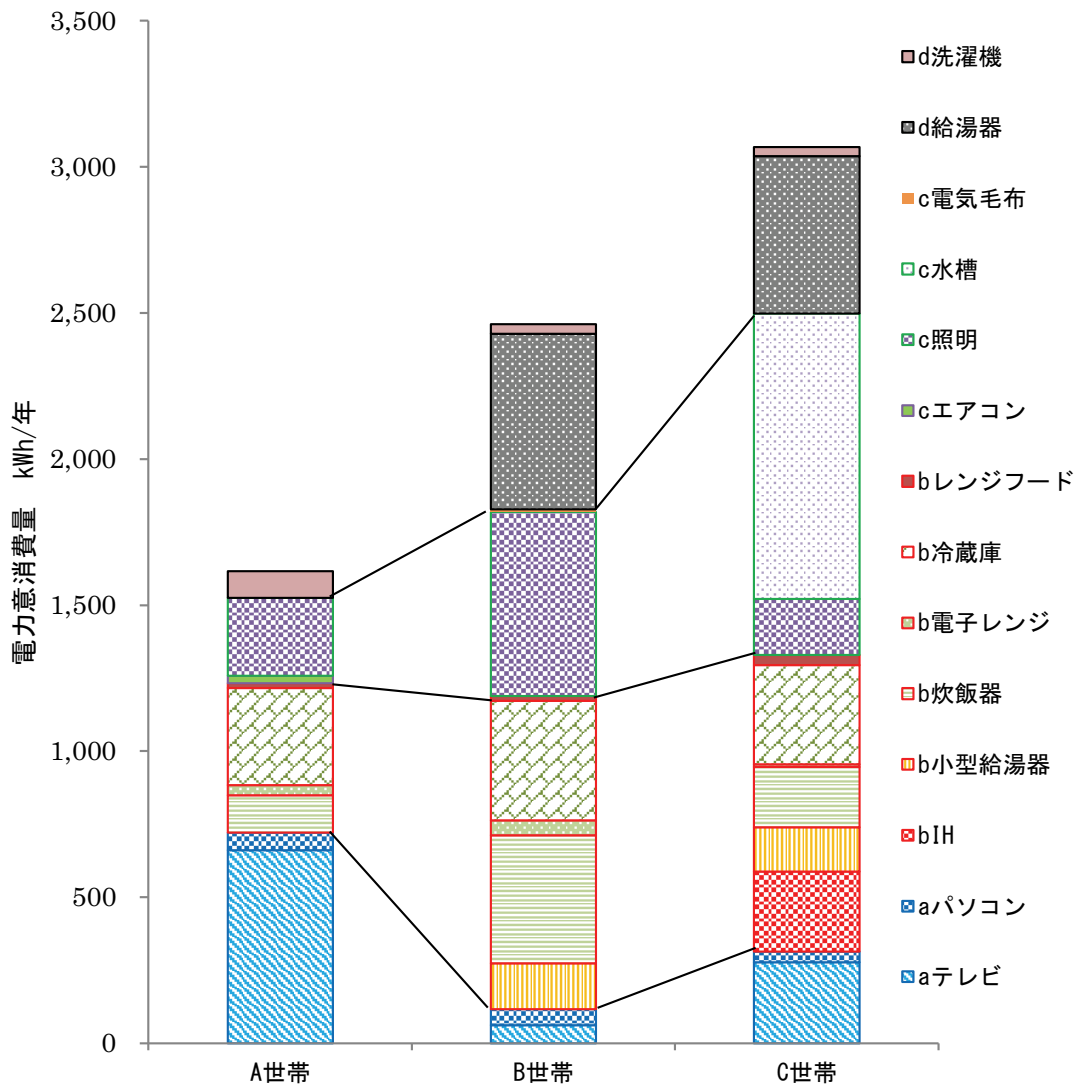


図 6-3-3 省エネナビ実測に基づく電力消費量内訳

(3) 居室での電力消費は、高齢化とともに快適性・安全性への希求が高まり、増加すると見込まれる。IT化と高齢化の同時進行による家庭の電力消費が増大する可能性に留意する必要がある。

6.3.4 市民意識高揚のための組織のあり方について

これまでみてきたように、中国でも持続可能社会を目指すエネルギー・環境対策がすでに定着している。そして、省・市レベルでの都市インフラ整備及び地域エネルギー開発における環境配慮は、市民の環境保全と省エネの意識の土台となっている。これまでの第3, 4, 5章の分析結果を通じて、都市レベル・地区レベルでの環境規制は、2000年以降に急速に強化されつつあり、事業者の高度な石炭利用施設の技術向上、家電品の省エネ技術の向上も推進されつつあることがわかった。

しかし、中国の省エネ政策のターゲットは職域、地区単位のレベルにある。一方、アンケート調査で把握できた東北部の市民の省エネ・環境意識の高まりを考慮し、また、今後の家庭でのエネルギー消費の伸びを見込むと、情報的な手法を用いた省エネ推進のための

普及啓発活動や、きめ細かな省エネマニュアルの整備などが、これからは重要と考えられる。その一環として、住宅におけるエネルギー消費の実態をアンケート及び実測調査を通じた継続的に把握し、実測値を「見える化」して市民の意識啓発に活用することも家庭の省エネを推進する上で重要である。

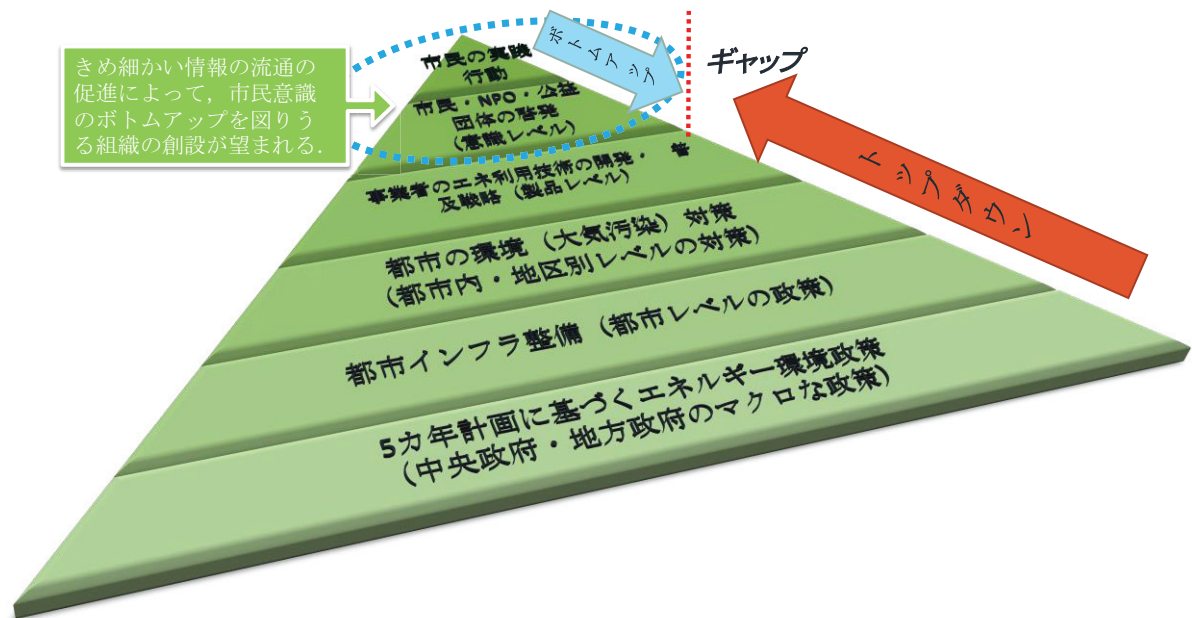


図 6-3-4 中国のエネルギー・環境政策方針の市民意識への伝達経路（模式図）

総じていうと、市民意識を実践に移すためのアシスト機能（補助輪機能）の整備，地域・職域単位での普及啓発の段階（現行政策）から，個人への働きかけに移行することが今後の中国にとって重要となる。（図 6-3-4）日本では温暖化対策として数多くの情動的な手法が検討され，実施されてきた。こうした経験を参考にして中国東北部で展開し，政策推進者-事業者-専門家-マスコミ-市民をつなぐ，情報コミュニケーション・システムの構築（図 6-3-5）を図る必要がある。

そのために，市民の省エネを支援する「省エネ支援センター（仮称）」のような組織を設けることを検討する必要がある。その組織のあり方の詳細な検討はこれからの研究課題であるが，このような役割を果たす省エネルギー支援組織は以下4つの要件を備えることが必要と考えられる。

- ① 幅広いネットワークのもとに情報伝達の触媒的な機能をもつこと，
- ② 専門家の協力を得て信頼できる最新情報を発信できる機能をもつこと，
- ③ 市民も参加できる「省エネ情報交流サロン」を提供できること，
- ④ 政府・企業の安定的な資金供与があり，しかも公正な運営が確保されること。

なお，現在，日本の省エネルギー支援組織（省エネセンター）での提供されるサービスの例として以下の特徴が挙げられる。

- ① インターネット活用：家庭の省エネ診断ツールの開発及び提供，市民の省エネ体験・

情報交流サロンの創設されている。

- ② 専門家による省エネ支援：専門家の戸別の家庭への出張による家庭の省エネ診断，セミナー等による市民へのきめ細かい情報提供を行っている。
- ③ 企業の製品情報流布：製品の省エネ性能の比較提示による競争意欲の増進，諸外国の省エネ情報の提供も行っている。
- ④ 人材育成：省エネ管理士の育成など，専門的な知識をもつ人材を育成する取組は積極的に行われてきた。

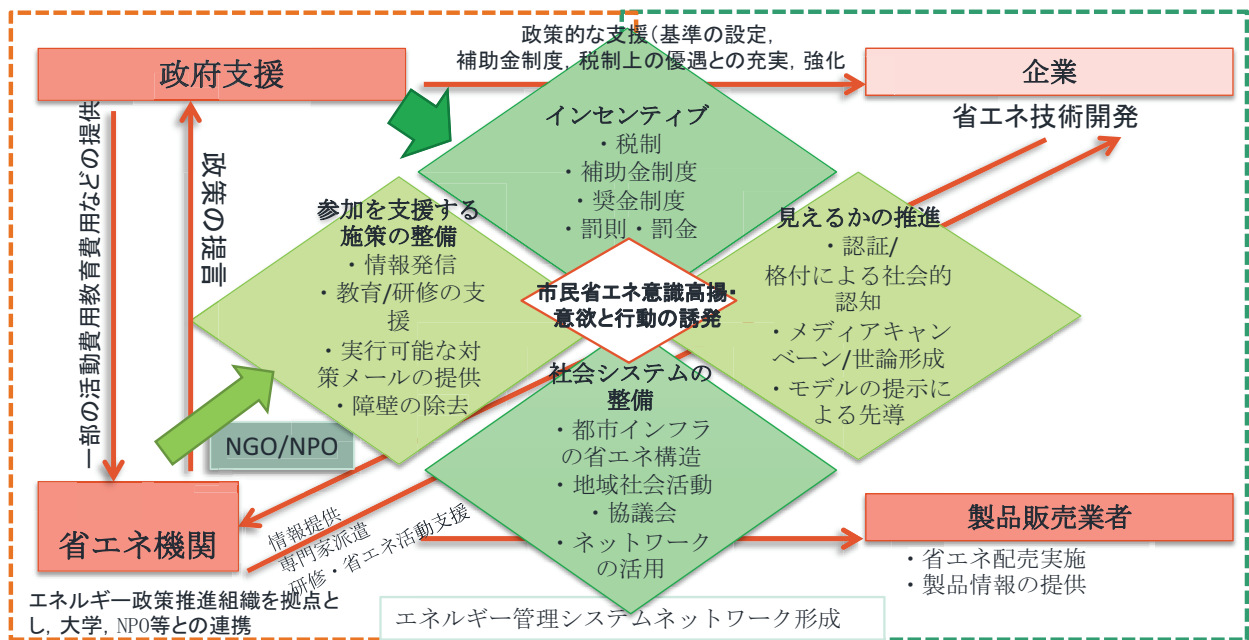


図 6-3-5 省エネ支援センター（仮称）の機能について

こうした日本で培われてきたノウハウは、今後の中国の住宅・家庭部門での省エネ推進を進める上で重要であると考えられる。

第 6 章の総括と考察

現在から 2050 年までのタイムスパンの中での中国東北部の環境共生型都市形成の可能性を、都市・住宅用エネルギー消費実態調査に基づいて検討した。その結果以下のような結論が得られた。

(1) 環境共生型都市形成にとって都市インフラ整備が最も重要な手段と見込まれる。

①2020 年年代に大気汚染とエネルギー消費のデカップリングは可能である。

その条件として以下の対策を推進することが必要である。

- a. 石炭利用技術及び排ガス処理技術利用の徹底・燃料改善の推進
- b. 地域暖房システムの改善及び料金の従量制への移行
- c. 住宅の断熱性能基準達成及び省エネ住宅建設の新設・改築の推進

②低炭素化のための以下のようなエネルギー環境政策を最大限に推進することによって、CO₂ 排出とエネルギー消費のデカップリングを早期に達成する必要がある。そのためには革新的な技術開発が必要であり、国際的なエネルギー事情も不透明なため、確たる見通しは得られないが、2040 年以降にデカップリングを実現する可能性はある。

a.地域の特徴を活かした再生可能エネルギーの最大限の導入

b.国際的なエネルギー情勢の中での最大限の石炭依存率の低減，天然ガスの導入拡大

c.エネルギー利用技術の向上による一次エネルギー供給量の削減

(2) 家庭におけるエネルギー消費の抑制・省エネ推進の可能性について

①電力消費量が多い家電品（照明，冷蔵庫，給湯器）に関しては，いずれも実用化されている革新的省エネ技術の利用が可能である．このため，2020年頃までは，大型化や高度化等のエネルギー消費を押し上げる要素を考慮しても，世帯当たりの家庭の電力消費量を著しく増大させずに，現在の日本並みの家電品利用を実現することは可能とみられる．

②テレビ・パソコン等の情報機器は今後も一層の普及と利用時間の伸びが見込まれるほか，社会の高齢化の進行に在宅時間の増大等によって，家庭電力消費を押し上げる可能性があるため，一層の省エネ努力が必要である．

③今後の中国においては，住宅におけるエネルギー消費の実態をアンケート及び実測調査を通じた継続的に把握し，その実測値を「見える化」して市民の意識啓発に活用することが，家庭の省エネを推進する上で重要である．

(3) 省エネ・環境意識高揚のための組織のあり方について（省エネのボトムアップ）

中国の市民の省エネ意識の高揚と環境保全行動を活性化するために，以下のような機能をもつ「省エネ支援センター（仮称）」の創設を今後検討する必要がある．

① 幅広いネットワークのもとに情報伝達の触媒的な機能をもつこと

② 専門家の協力を得て信頼できる最新情報を発信できる機能をもつこと

③ 市民も参加できる「省エネ情報交流サロン」を提供できること

④ 政府・企業の安定的な資金供与があり，しかも公正な運営が確保されること

参考文献

1. 省エネセンター，エネルギー・経済統計要覧 2013
2. IEA, World Energy Key Statistics
3. IEA, World Energy Outlook 2011-2012
4. (財)日本エネルギー経済研究所，2035年までの予測「アジア/世界エネルギーアウトック 2012」
5. 中国科学院，(2009)「中国 2050 年に至るエネルギー科学技術発展ロードマップ」(中国至 20 年能源科学発展路線図)
6. 清華大学建築節能研究センター，中国建築節能年度發展研究報告 2010，中国建筑工業出版社
7. 電源開発：(2013)“J-POWER グループサステナビリティレポート”
http://www.jpowers.co.jp/company_info/environment/pdf/er2013pdf/index.html
2013-11 閲覧
8. 資源エネルギー庁，(2013) 家庭の省エネ徹底ガイド
9. 資源エネルギー庁，「省エネルギー性能カタログ 2013 夏」
10. 村上周三，(2012)「スマート&スリム未来都市構想－環境負荷の削減と環境品質の向上を求めて」 エネルギーフォーラム
11. 中国の環境・エネルギー分野の現状と動向 独立法人科学技術振興機構 中国総合研究センター 平成 22 年版
12. オール電化の次は NAVI：“エコキュートを知りたい”
<http://www.alldenka-hybrid.jp/alldenka/ecocute/> 2013-11 閲覧

補注

1. 2011 年 3 月の東日本大震災に伴う原発稼働停止に伴い，2012 年以降は増加傾向にあると考えられるが，統計データが 2013 年 12 月時点では未整備である。
2. 電気給湯器の普及は，ガス利用の家庭を含めて平均化しているので小さく見えるが，持っている家庭にとってはかなりの消費電力になっている。

終章

終 章

1. 本研究の総括

中国のエネルギー環境対策の重要性と隘路

近年の中国の高度経済成長は、国内的に深刻な環境問題を引き起こし、地球にも様々な形で大きな環境負荷をもたらしている。温室効果ガスの排出量はすでに世界第1位になった。

『気候系に危険な人為的干渉を及ぼさない水準で温室効果ガス濃度を安定化させる』とする国連気候変動枠組条約の究極目標を達成するためには、2050年までに現在の世界の排出量を半減する必要があるとされている。しかし、この目標を達成することは世界のどの国にとっても、技術的にも政治的にも大きな困難が横たわっている。

中国ではエネルギー消費量が増大の一途を辿っており、エネルギー・環境問題は特に解決が難しい政策課題となっている。さらに石炭に強く依存しているために炭素集約度が高く、対策のオプションが非常に限られてくる。第6章で述べたように、日本の経験と温暖化対策に関する国際的な議論を踏まえれば、持続可能な社会づくりのためのエネルギー・環境対策が向かう方向は、エネルギー消費と経済発展とを「デカップリング」させながら両立させることにある。このデカップリングのための技術の利用可能性と、必要な政策の強さは、都市の大気汚染防止と温暖化防止対策とではかなり異なったものになる。前者にとってはトップダウン的な政策は有効であるが、後者に対してはトップダウンだけでなく社会全体での取組が必要で、市民から発する国民的なボトムアップ型の行動が求められている。

本研究のフィールド設定と視点

本研究では、寒冷な中国東北部の中核的な5都市及び北京市の6都市を対象として、エネルギー消費動向の分析及び予測に基づき、エネルギー・環境対策の課題を整理するとともに、寒冷地諸都市における今後の良好な大気環境の確保と低炭素化を目指した「環境共生型都市」の形成を促進する観点から、エネルギー・環境対策の今後の展開のあり方を探るために調査・検討を行い、政策的な立場からの提言を目指してきた。

東北部の諸都市では、中国の高度経済発展の順風に乗って、地域GDPの成長とともにエネルギー消費量は急上昇している。本研究で明らかになったように、東北部の諸都市では暖房用熱エネルギー消費量が住宅用のエネルギー消費全体の三分の二を占めている。しかも、石炭を主力とするエネルギー供給構造が加わり、これが大気汚染を一層悪化させ、温室効果ガスの排出量を押し上げてきた。エネルギーの質の改善、エネルギー利用効率の向上、そして大気汚染対策の強化が喫緊の課題であることはいままでもない。生活レベルの向上に伴い、家庭部門のエネルギー消費の比率は急速に高まっており、家庭部門のエネルギー使用の合理化対策も求められている。一方、市民の生活レベルをさらに改善し、産業の健全な発展を図る必要がある。現在の中国は、世界にとって持続可能な発展を実現できるか否かの鍵を握っており、また、中国の中でも東北部にとってはエネルギー・環境問題が地域発展のボトルネックになっているといえる。

研究活動から得られた多くのこと

このような東北部諸都市の地域性を踏まえ、本研究ではエネルギー・環境政策に関する検討を、主に3つの視点、つまり、①都市政策とインフラ整備、②家庭用エネルギー消費機器の省エネ促進、そして③市民の環境・省エネ意識の高揚、から進めてきた。

本研究において、もっとも重視したのは住宅・家庭におけるエネルギー消費実態の把握である。中国の都市住宅の近代化の象徴ともいえる集合住宅に焦点を絞り、大気汚染にしてもCO₂にしても排出量が多い東北部の都市（瀋陽市、大連市、阜新市、長春市及び哈尔滨市）と、比較対照としての北京市を対象都市として選定した。都市間を列車で移動しながら、各戸を回ってアンケート調査を依頼し、家庭でのエネルギー消費量などを詳細に聞き取る作業は決して容易ではなかった。また、ワットチェッカーと省エネナビを用いて電力消費を長期間にわたって測定し、それを記録する調査に協力してくれる家庭を探し出すにもかなりの長い時間を要した。幸いにも多くの家庭が調査に協力してくれて、エネルギー消費量の月別の変動に至るまでの詳細な情報を得ることができた。三回にわたる調査を通じて次第に調査方法にも習熟してきたが、こうした実態把握のための調査を今後も続けながらさらに改良を加える必要がある。そして、急速な経済社会の発展とともに中国の家庭のエネルギー需要がこれからどのような変化を遂げていくかを追跡していくことが省エネ対策を充実させるためには不可欠である。

また、本研究を進める過程では、中国の中央政府、省政府、市政府、大学が保有する多くの統計データや調査研究データを最大限に収集することに努めた。中国の中央政府の建築部と省エネルギー推進機関、地方の発展改革委員会、環境局、発電所までを訪問し、都市別の地域情勢および政府のエネルギー・環境政策の方針、再生エネルギー導入、熱利用の効率向上のための施策等について何度も聴取した。また、本研究と同一分野での研究を進めている中国清華大学を訪問し、中国の建築分野のエネルギー消費量の実態と課題を把握することにも努めた。北京大学、人民大学、工業大学等に赴いて、多くの知人を得つつ情報収集を行い、また、研究関係者の何人かの個人的な協力を得て、電力測定器の家庭への設置とデータ収集を行うこともできた。さらに、日本での調査においては、北海道札幌市市役所と北海道環境研究所、札幌駅前地域暖房供給センターを訪問し、日本の都市インフラ設備と環境保全活動の実態を把握できた。エネルギー経済研究所、省エネセンター、東京大学、住環境研究所から家庭でのエネルギー消費の特徴、省エネ意識啓発等に関する多くの有用な情報の提供を受けることができ、これらは、研究手法の設定や改善を行う上で大きな力となった。また、市民の視点に立った環境・省エネ意識の高揚を図るための手法を考察する上でも有用な示唆を得ることができた。

本研究から得られた知見等の集約

本研究の第1章から第6章までに示した情報収集と文献調査、そして家庭のエネルギー消費実態に関するアンケート及び実測調査等から得られた知見を集約し、主要な結論を整理して示すと概ね以下ようになる。

(1) 大気汚染の改善の鍵を握る都市インフラ整備

中国の大気汚染問題は固定発生源に関する限り、近い将来にかなり改善されるであろうことを本研究から見通すことができる。これまでの調査から、中国の大気汚染物質の主要な排出源である火力発電所及び企業への対策は第10次5カ年計画以来急速に強化されてきた。具体的には、小型の火力発電所の封鎖と発電設備の効率改善を通じて国内発電所の総合エネルギー効率が高まっている。石炭火力発電技術も向上し、国際的にも最新レベルに到達しつつある。また、発電所や大型ボイラーへの脱硫装置の導入と石炭利用業者への燃料規制の実施が硫黄酸化物削減に大きく寄与した。第12次5カ年計画期間においては、窒素酸化物の削減対策として脱硝装置の導入に力を入れて推進中である。同時に大気汚染物質の排出基準も強化され段階的に適応地域の拡大が図られており、日本の排出基準と同じレベルになりつつある。

なお、東北部の都市の住宅面積は急増し、暖房の熱供給の90%以上が発電所と熱供給専用の地域暖房用ボイラーで行われているために、上述の対策効果は発電所のみならず、熱エネルギー消費量の増加をもたらす地域暖房プラントからの大気汚染物質の排出抑制にも有効である。そして、地域暖房システムの熱負荷を軽減するために、熱流量調整機能の付与と料金の従量制への移行といったシステム上の改善を図ることが重要である。

また、中国社会における格差を縮小させるために、これからも民生問題の改善（生活レベルの向上）が不可欠となる。このために、居住環境が重要視され、新築建物の建設が増加する中で、住宅の省エネ性能、東北部地域の暖房負荷を軽減するための住宅断熱性能の強化、暖房供給システムの効率化、住宅内の熱負荷をコントロールできる温度調節機能の整備によって、エネルギー消費削減を一層進めることが求められている。現在、住宅の省エネ基準の段階的な強化と既存住宅の改造が進められていて、2020年には省エネ住宅の普及による暖房熱原単位の低減が、技術的には日本と同等レベルに達すると見込まれる。一巡後は社会インフラを維持・更新するためにも一定の経済成長が必要となる。

以上のことから、2020年頃までに都市内の固定発生源起因の大気汚染は相当程度軽減されると分析できる。それは、大気汚染とエネルギー消費のデカップリングが可能であることを意味するが、そのためには以下の条件が整うことが必要である。

- ① 石炭燃焼施設への利用可能な環境対策技術が導入され、今後とも燃料の質が良質に維持されること
- ② 地域暖房システムの熱管理の徹底と料金の従量制への移行が図られること
- ③ 住宅の断熱性能基準が達成され省エネ住宅の建設の改築が一層推進されること

(2) 低炭素政策の最大限の推進によるCO₂排出量のピークオフの可能性

現在の中国の低炭素化対策によっては、CO₂の排出量を減少傾向に転じさせることは容易でないと見込まれる。国際機関であるIEA、日本のエネルギー分野の権威あるシンクタンクであるエネルギー経済研究所、そして中国科学院のいずれの調査結果でも、低炭素化対策を最大限実施してもピークアウトは2040年代まで待たなければならないとの見方は一致している。そして、CO₂排出とエネルギー供給をデカップリングさせるためには下記の方策が必要である。

- ① 地域の特徴を活かした再生可能エネルギーを最大限に導入すること
- ② 国際的なエネルギー情勢の中での最大限の石炭依存率の低減を図り、天然ガスの導入を拡大すること
- ③ エネルギー利用技術の向上によって一次エネルギー供給を削減すること

しかし、中国の都市化の進行と消費生活の質的向上は、民生部門のエネルギー消費を急速に加速するものと見込まれ、環境保全とエネルギー利用が調和する都市社会の構築が求められている。

(3) 家庭の電力消費の増加抑制の可能性

本研究の中心的なテーマの一つである家庭におけるエネルギー消費の抑制・省エネに関しては以下の点を指摘しておきたい。

- ① 電力消費量が大きい家電品（照明、冷蔵庫、給湯器等）に関しては、いずれについても現在普及しつつある、革新的な省エネ技術の利用が可能であるために、大型化や高機能化等のエネルギー消費を押し上げる要素を考慮しても、中国の東北部での家庭用の電力消費を著しく増大させずに利便性の向上を実現することは当面可能である。
- ② テレビ・パソコン等の情報機器の一層の普及、社会の高齢化の進行等が家庭電力消費を押し上げる可能性があるため、一層の省エネ努力が必要である。

(4) 環境・省エネ意識の定着と高揚のための仕組みづくり

これまでの中国のエネルギー環境政策の実施を通じて、省・市レベルでの都市インフラ整備と、地域エネルギー開発における環境配慮は浸透している。それが、市民の環境意識の土台となっていると考えられる。2000年以降、環境規制やエネルギー政策は急速に強化されてきている。しかし、それらはトップダウン的に実施されてきており、日本の状況と対比してみると、北京市は別格として他の都市については、市民一人一人にまできめ細かくゆき届いていないといえる。

本研究で実施してきたような、家庭を訪問して市民と直接接して調査を行い、その結果の分析を通じて得られた重要な知見の一つは、市民意識を実践に移すためのアシスト機能（補助輪機能）の整備が、中国の家庭部門での省エネを進めるために是非とも必要であることである。すなわち、地域・職域単位での普及啓発の段階（現行政策）から、個人（市民）への働きかけにまで進めることが必要である。このために、政策推進者・事業者・専門家・マスコミ・市民をつなぐ、情報コミュニケーション・システムの構築、きめ細かい情報の流通の促進によって、市民意識のボトムアップを図りうる機能をもつ組織の創設および既存類似組織の機能の充実が望まれる。

環境意識と省エネ意識の高揚を図るうえで普及啓発活動あるいは情報的な手法が重要である。しかし、意識高揚のための社会運動が、市民に円滑に受容されるかどうかは、民意の成熟度との兼ね合いで決まる。本研究で得られた知見によれば、北京市民の環境意識や省エネ意識は日本と同程度にまで高まっており、きめ細かい情報を提供することで、省エネ意識を促進し行動を励起することは比較的容易である。一方、東北の他の都市におけ

る省エネ行動の動機は北京と異なっており、経済的な節約及びものを大切にするという生活の習慣行動に立脚している。こうした市民意識はいずれ高まり、環境保全や持続可能性への理解が深まっていくことは間違いないが、それとともに、環境保全や省エネ行動を倫理的な観点から意識づけるだけでなく、「経済的なお得感」や、故ワングリ・マータイさんが発して日本でもお馴染みになった「もったいない」の精神に訴えることが有効であるといえる。そのために、環境配慮と省エネ行動を誘導するインセンティブを与え、行動に至らせる手法の提供が重要になってくる。こうした中国の市民意識の実情を十分に踏まえながら、日本で多く実施されてきた環境配慮・省エネ知識の普及に関するきめ細かな情報的な手法の経験を参考にしながら、市民の意識高揚を支援するための組織のあり方をさらに検討していく必要がある。

2. 残された課題と今後の研究の展望

本論文では、環境共生型都市形成にとって都市インフラ整備は最も重要な手段であるが、低炭素社会を実現するためには、全中国のエネルギー需給構造の変革と、家庭部門を含めたすべてのセクターで省エネに全力で取り組む必要があり、しかもその到達への道のりは長いことを結論として導くこととなった。その判断の根拠としたのは速度論である。

すなわち、エネルギー・環境政策や対策が効果を発揮し得るのは、①革新的な対策技術が一举に導入され、社会の膨張速度を上回って環境負荷の絶対量を大幅に削減できる場合、あるいは、②環境問題の原因となる社会経済活動の膨張が緩やかになり、政策効果が社会の膨張速度を上回る場合のいずれかの場合であることがわかる。しかしながら、本研究で用いたこの速度論は、技術的な進展の見通しが不確定であることと、社会経済の発展や人間の価値観の変化によって将来の予測が大きく異なってくることから完全なものではない。このため、今後とも、対策技術の発展状況、中国社会の変化等を追跡し、より確かな将来予測のために本研究をフォローアップしていく必要がある。

また、本研究においていまだ検討が尽くされておらず、課題として残された事項がいくつかある。それらを整理すると次のとおりである。

第1の課題は、市民の省エネ行動を誘導するための省エネ支援センター的な組織のあり方の具体化が十分できなかった点である。本研究では具備すべき基本的な機能の提示に留まっているが、今後はこれを発展させて、①情報収集と情報配信の具体的な方法の検討、②様々なセクター間のネットワークの構築方法の検討、③専門的ノウハウと人材育成方法の検討、④安定的な組織運営のための財政基盤づくりの検討などを進める必要がある。

第2の課題は、情報的手法の政策的な評価方法が確立されていないために、市民意識の高揚を図るための各種の方策がどれほど省エネの効果を持つかについて、定量的に評価するのが困難な状況にあることである。それはLCAを用いた各種の環境教育手段や、環境負荷の程度を定量的に表示するラベリング手法についても同様である。方法論の検討は数多くあるが、その効果の持続性や、市民の意識に根付いた場合の副次的効果あるいは波及的な効果まで含めた総合的な検討が行われていない。このため今後は、エネルギー・環境対策の分野での情報的手法の政策的な効果を定量的に評価する手法の開発にも取り組んでいきたいと考えている。

第3の課題としては、大気汚染対策の重要な手段を、都市インフラ整備という固定発生源対策に限定せずにより幅広い視野で検討を進める必要がある。今後の中国の大気汚染の大きな課題は、急速なモータリゼーションの進行によって生ずる自動車環境問題への対応である。本研究では自動車排ガスによる大気汚染、騒音など移動源への対策については検討対象に含めなかった。自動車排ガスによる大気汚染については、政策効果の出現までの過程が産業公害対策の場合よりも難しいことは日本の経験からも明らかである。今後は、交通系を含めた住宅・家庭部門のエネルギー環境対策のあり方の検討にも取り組んでいきたいと考えている。

以上の3つの課題に関する研究に取り組みながら、環境共生型都市の実現に向けたより包括的な政策のあり方と、政策効果の分析方法を提示できることを目指したいと願っている。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、多くの方の温かいご支援、ご協力を賜りました。

大学院入学以来の恩師である吉田徳久教授には終始熱心なご指導を頂き、心強いお力添えを頂いて参りました。簡単な言葉では到底表し得ませんが、深く、厚く、感謝申し上げます。先生にお会いできたことの幸運を改めて思います。

また、副指導教官の友成真一教授、副査の小野田弘士准教授、そして多くのご指摘を下さいました埼玉大学の外岡豊教授に感謝いたします。

中国国内での訪問先を紹介してくれた交通部研究院の王靖添さん、中国の省エネ活動の現状を紹介くださった省エネルギー推進機関の黄興さん、中国の住宅の省エネ動向や国内の省エネ研究の動向について情報提供をしてくださった同済大学の苏醒さん、地域情勢および政府のエネルギー・環境政策方針、再生エネルギー導入、熱利用の効率向上のための施策等の情報を提供してくださった阜新市環境保護局の張玉琴さん及び阜新市内の発電所の職員の方々に感謝いたします。また、研究の考察方法についての助言をいただいた北京大学の王奇教授及び梅鳳喬教授、調査のあり方や電力測定器の家庭への設置とデータ収集に関して協力をいただいた北京市工業大学の謝静超さんにお礼を申し上げます。

日本での調査においても多くの方々にお世話になりました。日本の都市インフラ設備と環境保全活動の実態把握と家庭でのエネルギー消費の特徴に関する情報提供をいただいた北海道札幌市市役所と北海道環境研究所、札幌駅前地域暖房供給センターに調査への協力を依頼してくださった島崎昭さん、研究方針の決定に多くの示唆を与えてくださったエネルギー経済研究所の工藤拓毅さん、省エネセンターの機能と活動をご紹介くださった同センターの川口友紀枝さん、地域団体及びNPOの省エネ活動等の実情調査に同行してくださった新潟県地球温暖化防止活動推進センターの中野雅夫さんと小林幹夫さん等々です。

ご協力くださった皆様に心から御礼を申し上げます。これらの方々の多大な協力と励ましを得なければ、私がこの論文を完成させることはできなかったでしょう。

最後になりましたが、3回にわたって家庭のエネルギー消費実態調査と環境配慮意識調査に回答してくださった市民の方々と、電力消費実測調査に協力してくれた範明明さん、張鳳卓さん、また、意識調査票の配布に協力してくださった劉尔亭さん、孟祥鳳さん、崔曉丹さん、そして激励をいただいたたくさんの方々の友人、後輩達に感謝の意を表します。

そして穏やかに支え続けてくれた家族に感謝の意を捧げ、結びの辞と致します。