

中華人民共和國

安徽省大気環境改善事業

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 岸野 優子、早瀬 史麻

0. 要旨

中国政府は大気環境を改善するために、クリーンエネルギーである天然ガスの一次エネルギー消費量に占める割合を引き上げ、汚染物質の排出総量を削減することを目標に掲げている。安徽省では審査当時、その 8 割以上を石炭に依存し、石炭燃焼に伴う汚染物質の排出により大気環境の悪化が深刻な問題になっていた。本事業は、国家プロジェクトである西気東輸¹の供給開始に合わせて、安徽省 8 市において天然ガス供給施設を整備し、大気汚染物質を削減しようというもので、実施の妥当性は高い。天然ガスの供給や転換も順調に進んでおり、本事業の目的は概ね達成されたと評価できる。対象都市の主要汚染物質はごく一部を除き国家大気環境 2 級基準を満たしており、大気環境へもプラスのインパクトをもたらしている。効率性に関しては、都市計画の変更の影響で事業が遅れ、事業費も物価の上昇により計画を若干上回ったことから、中程度と判断される。各市の天然ガス供給会社は、組織的、技術的、財務的に特段の問題はみられず、省・市政府による運営監理、環境モニタリング、安全管理体制も整っており、持続性は高い。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



西気東輸パイプラインと安徽省



SCADA システム（合肥市）

1.1 事業の背景

中国は急速な経済成長をとげる反面、工業化と人口増加によって 1980 年代以降、環境汚染が進んだ。中国政府は特に 1990 年代後半以降、環境保護政策を強化し一定の成果をあげてきたが、汚染状況は依然、深刻なレベルにあった。

¹ 中国西部の新疆ウイグル自治区のタリム油田で採掘された天然ガスを総延長約 4,000km のパイプラインを建設して、東部沿岸地域まで上海などの大都市に輸送する国家プロジェクトで、第一線は 2004 年に全区間完成した。

審査時における大気環境は、石炭の燃焼による硫黄酸化物（SO_x）、煤塵、自動車による排出を含む窒素酸化物（NO_x）などによる汚染が深刻であった。経済活動の拡大に伴って、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素（CO₂）排出抑制も喫緊の課題となっていた。

安徽省においても、急速な経済成長に伴い一次エネルギー消費量は急増し、1991年から1999年までの成長率は70%に達した。なかでも石炭は、工業用、発電用、各家庭の暖房などの民生用にも広く利用され、その消費量は増え続けていた。対象8市のうち4市において、総浮遊粒子物質（TSP）が国家大気環境2級基準を満たしておらず、SO₂、NO_xについても、このまま石炭依存を続けた場合には基準を満たせなくなることが懸念されていた。このような状況のもと、第10次五カ年計画の重点プロジェクトとして西気東輸事業と本事業が計画された。

1.2 事業概要

安徽省の8市（巢湖市、滁州市、阜陽市、合肥市、淮南市、馬鞍山市、銅陵市、蕪湖市）²において、天然ガス供給設備を整備することにより、石炭等の燃料の天然ガスへの転換を図り、もって大気環境の改善に寄与する。

| | |
|---------------------------|---|
| 円借款承諾額／実行額 | 18,558 百万円 / 18,538 百万円 |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 2002 年 11 月 / 2003 年 3 月 |
| 借款契約条件 | 金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド |
| 借入人／実施機関 | 中華人民共和国政府／安徽省人民政府 |
| 貸付完了 | 2010 年 7 月 |
| 本体契約 （契約金額 10 億円以上） | Hubei International Trade Investment & Development Co., LTD.（中国） |
| コンサルタント契約 | なし |
| 事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等 | 各サブプロジェクトのフィージビリティ・スタディ（2001 年 1 月） |
| 関連事業 | なし |

本事業は、国家プロジェクトである西気東輸、中国西部の新疆ウイグル自治区から上海までの天然ガスメインパイプラインを建設する事業に合わせて計画された円借款事業である。上海までのパイプラインの途中に位置する安徽省の8市に供給設備を建設し、大気環境汚染の原因となっている石炭などの化石燃料をクリーンエネルギーである天然

² 借款契約に含まれていたのは8市であったが、2003年の契約締結後まもなく巢湖市が円借款利用を辞退し、中止になった。そのため本事業は滁州市、阜陽市、合肥市、淮南市、馬鞍山市、銅陵市、蕪湖市の7市によって実施された。

ガスへ転換しようというものである。

西気東輸のメインパイプライン建設は、ガス田から天然ガスを供給する中国石油が行う。図1のとおり、メインパイプラインが敷設され、サブプロジェクトのうち、阜陽市、淮南市、合肥市、滁州市がメインパイプラインから直接供給を受け、馬鞍山市、蕪湖市、銅陵市はメインパイプラインに接続されたサブパイプラインから供給を受けている。

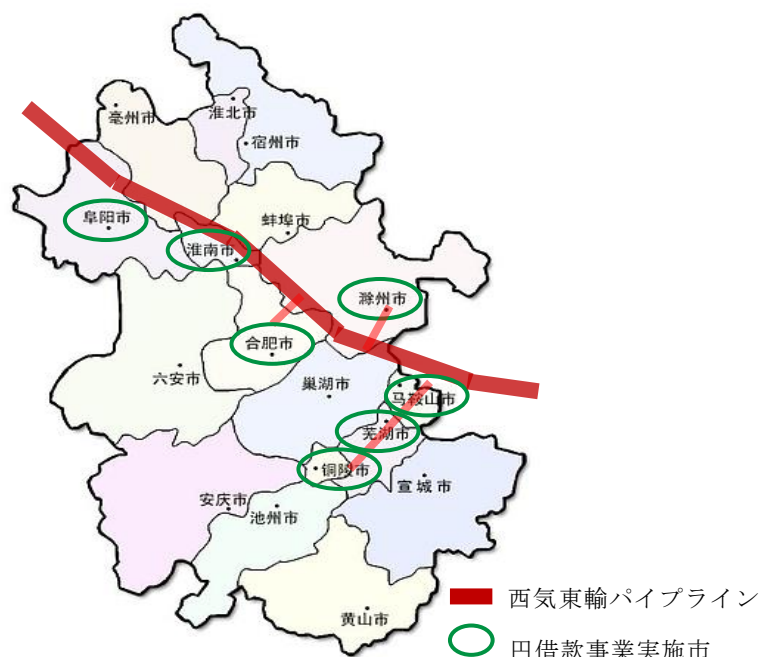


図1 天然ガスメインパイプライン（西気東輸）とサブプロジェクト位置図

円借款事業の範囲は、各市の具体的実施機関である天然ガス供給会社の設備で、メインもしくはサブパイプラインから市への入り口となるゲートステーションと、そこから市内の民生、工業、交通ユーザーなどに供給するための調圧設備、パイプライン、天然ガスステーションや天然ガスを貯蔵するガスホルダーなどが含まれている。図2に天然ガス供給の流れと円借款の事業範囲を示す。

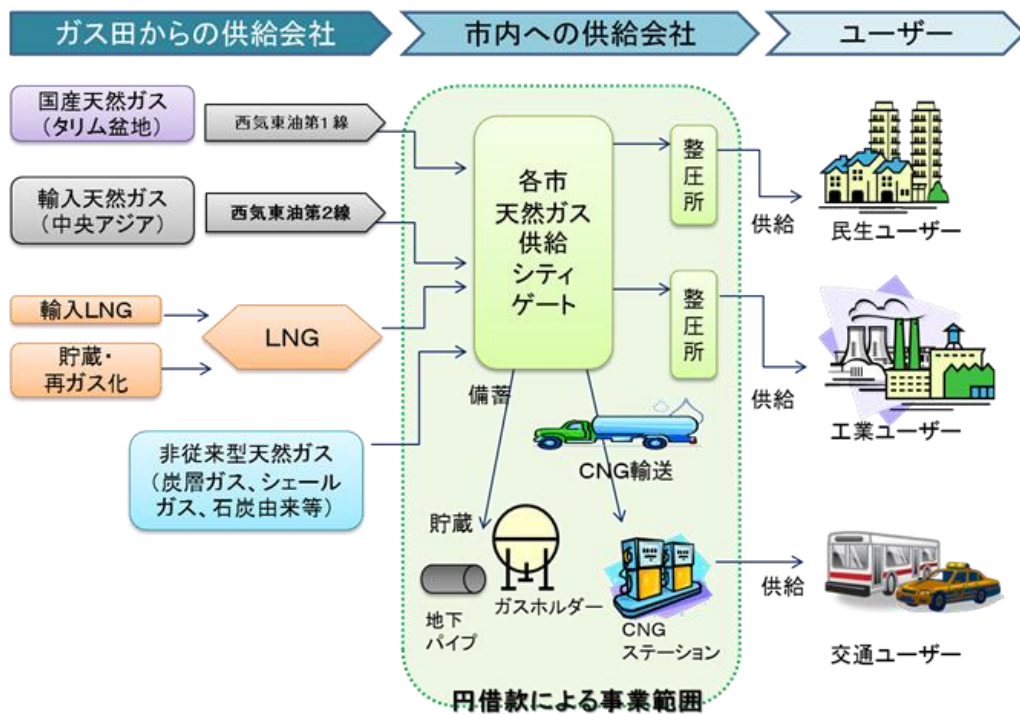


図2 天然ガスの供給フロー

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

岸野 優子、早瀬 史麻 (アイ・シー・ネット株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2012年8月～2013年11月

現地調査：2013年4月9日～4月18日、2013年8月1日～8月3日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果 (レーティング：A³)

3.1 妥当性 (レーティング：③⁴)

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」。

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」。

中国政府は 1994 年に経済成長と環境保全の両立を図る「中国アジェンダ 21」を策定。これを踏まえた第 9 次五カ年環境保護計画（1996～2000 年）では、2000 年までに二酸化硫黄（SO₂）、煤塵などの主要な汚染物質の総排出量を 1995 年レベルに抑制する規制目標を掲げ、工場汚染対策、都市ガスなどの都市環境基盤整備に取り組んだ。また、1998 年に「二区」と呼ばれる「SO₂ 汚染規制区（おもに長江以北）」と「酸性雨規制区（おもに長江以南）」を指定し、汚染対策を実施してきた。当初の目標は達成されたものの、大気汚染は依然として深刻だった。

第 10 次五カ年環境保護計画（2001～2005 年）では、さらなる環境改善を図るため、主要な汚染物質の総排出量を対 2000 年比 10%削減することを目標とした。大気については SO₂ 汚染規制区と酸性雨規制区における SO₂ 排出量を 20%削減する目標を掲げた。

安徽省政府は、安徽省第 10 次五カ年計画（2001～2005 年）において、エネルギー構造の最適化を図り、エネルギー効率を高めるため、石炭などの化石燃料から天然ガスへの転換を加速させることを目指した。そして、SO₂、二酸化窒素（NO₂）、TSP⁵の濃度を国家大気環境 2 級基準値以内にすることを目標に掲げた。これを実現するため、上記のクリーンエネルギーへの転換に加え、クリーナープロダクションの導入、クリーンコールの利用、重点汚染源の閉鎖を施策に掲げた。また、SO₂ 排出削減に関する研究、特に大手電力企業の環境汚染物質の処理とリサイクルにむけた実用的な施設の導入と建設を奨励した。

（2）事後評価時の開発政策

国民経済・社会発展第 11 次五カ年計画（2006～2010 年）では、エネルギー単位消費量を 20%前後低減し主要汚染物質の排出総量を 10%削減することを目標に掲げ、循環型経済の発展、自然生態系保護、環境保護、資源管理の強化を実施するとした。第 12 次五カ年計画（2011～2015 年）では、大気環境改善に向けて CO₂ 排出量 17%、SO₂ 排出量 8%、NO_x 排出量 10%削減を目標に掲げている。エネルギー単位消費量を 16%抑制し、エネルギー構造の調整・最適化によって、安定的・経済的に安全でクリーンな現代エネルギー産業システムの構築を目指すとしている。一次エネルギーにおける天然ガスの割合を 2010 年の 4%から 2015 年には 8.3%に引き上げる目標を掲げている。その安定的な供給のため、パイプライン主要網の整備を進め、炭層メタンガスやシェールガスといった非在来型天然ガス資源の開発と利用を推進するとしている。

国家環境保護五カ年計画においても大気環境改善は重点分野に位置付けられている。第 11 次（2006～2010 年）では、113 の環境保護重点都市と都市郡の総合的な大気環境改善を重点課題に挙げ、GDP1 単位当たり⁶に占めるエネルギー消費量の 20%

⁵ 合肥市、淮北市、蕪湖市、馬鞍山市、銅陵市など。そ例外の都市は 3 級基準を達成することを目標とした。

⁶ 一単位の GDP をあげるために必要なエネルギー量。

低減、主要汚染物質の排出総量の10%低減を目指している。第12次（2011～2015年）では、主な大気汚染物質の排出総量を引き続き削減し、全国の二酸化硫黄排出総量を2010年比10%削減、重点産業と重点地域のアンモニア態窒素の排出総量を同比10%削減することを目標に挙げている。安徽省でも、引き続きクリーンエネルギーの利用拡大とエネルギー構造の転換を図り、低炭素化を進めるという施策を掲げている。

国家発展改革委員会は、2007年8月に「天然ガス利用政策」を発表し、天然ガスの需給ギャップが拡大する中で、大気改善のために民生・商業への利用を最優先とし、産業や発電への利用を制限した。2012年10月の改定による新政策では、政策の適用範囲を従来型天然ガスから、シェールガス、石炭層ガス、石炭由来の合成天然ガス（SNG）に広げ、利用拡大を後押ししている。新政策では、天然ガスを燃料とする公共交通バスやタクシー、物流、船舶、貨物車などの交通分野、集中暖房とエアコン、建材、電気、紡績、石化、冶金など工業部門の燃料転換を優先し、利用拡大を図ることとしている。

本事業は、天然ガス転換を推進することによって、大気環境の改善を目指す取り組みであり、計画時、評価時ともに政策との整合性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

3.1.2.1 天然ガス転換のニーズ

表1のとおり、安徽省では審査時以降、二桁台の実質GDP成長率を記録した。表2からは、2001年に5,215万トンだった一次エネルギー消費量が2011年には2倍以上になったことが確認できる。表3の種類別消費量をみると、石炭の占める割合は2001年の84.3%から2011年の88.5%へと増加し、一方で天然ガスの占める割合は評価時点でも2.4%と低いことがわかる。石炭の部門別消費量では、民生用は2005年の5.5%から2011年の1.8%へと減少しているが、工業用はそれぞれ82.8%から86.7%へと逆に増えている。このように特に工業部門の石炭燃焼による大気環境への負の影響は引き続き課題とされ、天然ガス転換の政策的ニーズは高い。

表1 安徽省と中国（全国平均）の実質GDP成長率

| | 2002年 | 2004年 | 2008年 | 2010年 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 安徽省 | 9.6% | 13.3% | 12.7% | 14.6% |
| 中国 | 9.1% | 10.1% | 9.6% | 10.4% |

出所：中国統計年鑑、安徽省統計年鑑。

表 2 安徽省における一次エネルギー消費量

(単位：万トン/年)

| 2001 年 | 2005 年 | 2011 年 | 増加率 (2001 年比) |
|--------|--------|--------|------------------|
| 5,215 | 6,564 | 11,118 | 213% |

出所：計画値は JICA 審査時資料、実績値は安徽省からの質問票回答。

表 3 安徽省における一次エネルギー消費量の内訳

| | 2001 年 | 2005 年 | 2011 年 | 2005 年 /2011 年比 |
|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| 石炭 | 84.3% 民生用 | 88.3% 民生用 | 88.5% 民生用 | 全体 +0.2% 民生用 |
| | N/A | 5.5% | 1.8% | -3.7% |
| | 工業用 | 工業用 | 工業用 | 工業用 |
| | N/A | 82.8% | 86.7% | +3.9% |
| 石油 | 15.6% | 9.0% | 6.2% | - 2.8% |
| 水力 | 0.1% | 0.7% | 0.9% | + 0.2% |
| 天然 ガス | 0% | 0.2% | 2.4% | +2.2% |
| その 他 | 0% | 0% | 0.6% | + 0.6% |

出所：2001 年のデータは JICA 審査時資料、他は安徽省統計年鑑。

3.1.2.2 サブプロジェクト選定の妥当性

サブプロジェクトは西気東輸のパイプラインルートとの地理的条件、事業の準備状況や自己資金力、返済能力をクライテリアとして、省によるシンポジウム形式によって、申請のあった 12 市のサブプロジェクトから最終的に 8 市が選定された。審査時の第二次産業の割合は合肥市 43%、馬鞍山市 49%、銅陵市 51%、蕪湖市 59%と、安徽省全体 38%と比較しても高く、工業部門での石炭需要の大幅な増加が予想され、それに伴う大気環境汚染が懸念されていた。

サブプロジェクトは明確なクライテリアによって選定されており、選定された市では天然ガス転換と大気環境改善のニーズともに高く、サブプロジェクト選定は妥当であったと判断できる。

表 4 安徽省と対象市における第一次産業と二次産業の割合の変化

| | 審査時（2002年） | | 評価時（2011年） | | 第二次産業 比 |
|------|------------|-----|------------|-----|------------|
| | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | |
| 安徽省 | 22% | 38% | 13% | 54% | +16% |
| 滁州市 | 25% | 39% | 20% | 52% | +13% |
| 阜陽市 | 41% | 25% | 27% | 35% | +10% |
| 合肥市 | 8% | 43% | 6% | 55% | +12% |
| 淮南市 | N/A | N/A | 8% | 65% | - |
| 馬鞍山市 | 12% | 49% | 6% | 68% | +19% |
| 銅陵市 | 6% | 51% | 2% | 75% | +24% |
| 蕪湖市 | 8% | 59% | 7% | 63% | +4% |

出所：安徽省政府、各サブプロジェクト質問票回答。

注：審査時の数値について、滁州市は2003年、蕪湖市は2004年の数値を使用。

表 5 審査時と評価時の人口、都市人口

(単位：万人)

| | 人口 | | | 都市人口 | | |
|------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| | 審査時 | 評価時 | 増加率 | 審査時 | 評価時 | 増加率 |
| | 2002年 | 2011年 | | 2002年 | 2011年 | |
| 安徽省 | 6,369 | 6,876 | 104% | 1,886 | 2,674 | 142% |
| 滁州市 | 433 | 452 | 104% | 97.6 | 100.2 | 103% |
| 阜陽市 | 898 | 1,040 | 116% | 123.3 | 170.7 | 138% |
| 合肥市 | 448 | 711 | 159% | 153.5 | 259.9 | 169% |
| 淮南市 | 207 | 246 | 119% | 108 | 144.2 | 134% |
| 馬鞍山市 | 122 | 228 | 187% | 54.2 | 81.5 | 150% |
| 銅陵市 | 70 | 74 | 106% | 37.2 | 55.5 | 149% |
| 蕪湖市 | 225 | 385 | 171% | 102 | 145 | 142% |

出所：安徽省政府、各サブプロジェクト質問票回答。

注：審査時では滁州市は2003年、蕪湖市は2004年の数値、評価時では淮南は2010年の数値を使用。

2003年の円借款契約（Loan Agreement: L/A）締結後まもなく、8市のうち巢湖市が中止になった。実施機関への聞き取りによると、巢湖市の具体的事業実施者であるガス会社が民間からの投資を受けることとなったため円借款利用を辞退し、国際協力機構（JICA）と協議した結果、中止が決定された。差し替えの対象となるサブプロジェクトもなかったため、対象を7市とした。L/A契約変更は行われず、目標値も変更されなかった。差し替えの必要性がなかった状況下、対象を7市としたこと自体に問題はない。ただし、審査時に両国で本事業の天然ガス搬送量や汚染物

質削減量の具体的数値目標を合意したからには、サブプロジェクト数の変更を受けて、これらの目標値を変更したほうが管理上適切だったといえる。なお、7市の事業は順調に実施され、事業も継続している。辞退した巢湖市でも天然ガスへの転換が順調に進んだということである。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時には、日本政府による「対中経済協力計画」、円借款の「海外経済協力業務実施方針」と2002年度国別業務実施方針において、「環境保全」に重点が置かれていた。国別実施方針で酸性雨や地球温暖化の原因物質の排出を効果的に削減することが大気環境分野の課題とされていた。そのためには、石炭依存度を低下させ、天然ガスなどクリーンエネルギーへの転換が必要とされていた。排煙脱硫装置の設置といった既存施設への環境対策を通じた汚染物質削減、汚染物質の発生最小化と省エネを眼目としたクリーナープロダクション、クリーンコールテクノロジー、再生可能エネルギーの普及を支援するとしていた。円借款の支援方針では、天然ガスへの転換事業が重点対象の一つとされ、ソフト面の支援では環境行政能力向上、地方自治体との連携強化によるノウハウ移転が掲げられていた。

国別援助方針にあたる対中国経済協力計画（平成13年度策定）では、中国における長期的な取り組みが必要な環境保護の課題の一つとして大気環境改善を挙げている。環境保護は援助の重点分野の第一番目の課題「地球規模の問題に対処するための協力」の中に位置づけられている。

以上より、本事業は中国政府、安徽省政府の開発政策、環境、エネルギーセクターの開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性（レーティング：③⁷）

本評価では、審査時設定のとおり、天然ガス搬送量、普及率⁸、大気環境汚染物質（SO₂、NO_x、TSP）削減量を有効性の指標として用いる。目標年次としては審査時に事業完成から1年目、2年目、7年目が設定され、それぞれの目標値が定められていた。本評価時点で完成から7年目、あるいは7年を経過したサブプロジェクトはないため、各サブプロジェクトが完成した年から2年目の目標値と実績値を比較してレーティングを行った。各サブプロジェクトの評価対象年は滁州市2009年、阜陽市2009年、合肥市2010年、淮南市2008年、馬鞍山市2009年、銅陵市2008年、蕪湖市2009年となる。

⁷ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

⁸ 天然ガス普及世帯/世帯数。

3.2.1 定量的効果

(1) 搬送量

事業完成2年後の7市の一日当たりの天然ガス搬送量の合計は、目標 220 万 8,000m³ に対し、182 万 3,301m³ で計画比 83% だった。サブプロジェクト別では、滁州市 103%、阜陽市 137%、合肥市 135%、淮南市 22%、馬鞍山市 105%、銅陵市 54%、蕪湖市 81% で、滁州市、阜陽市、合肥市、馬鞍山市が目標を達成し、蕪湖市がほぼ目標を達成した。目標を達成できなかった銅陵市と淮南市は計画を大きく下回った。

表 6 天然ガス搬送量 (単位：m³/日)

| 搬送量 | 目標値 2年目 | 実績値 2年目 | 計画比 |
|--------------|------------------|--------------------|------------|
| 7市の合計 | 2,208,000 | 1,823,301 | 83% |
| 滁州市 | 258,000 | 222,810 (2009年) | 103% |
| 阜陽市 | 118,000 | 161,387 (2009年) | 137% |
| 合肥市 | 3940,000 | 531,801 (2010年) | 135% |
| 淮南市 | 440,000 | 98,989 (2008年) | 22% |
| 馬鞍山市 | 252,000 | 263,972 (2009年) | 105% |
| 銅陵市 | 225,000 | 122,424 (2008年) | 54% |
| 蕪湖市 | 521,000 | 421,918 (2009年) | 81% |

出所：目標値は JICA 審査時資料、実績値は各市質問票回答。

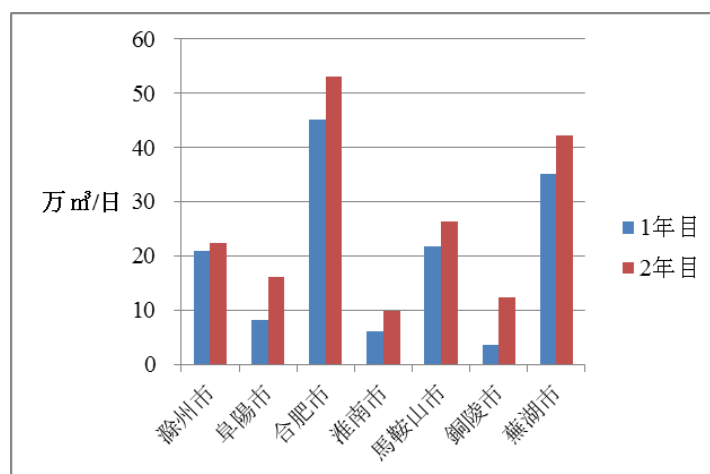


図 3 各サブプロジェクトによる天然ガス搬送量の推移

2007年に国家発展改革委員会によって「天然ガス利用政策」が公布された⁹。この政策により、各市において民生部門への供給が最優先され、主な天然ガスユーザーに想定されていた工業分野への供給は制限された。サブプロジェクトによって達成度に差が出た要因として以下が考えられる。

- 西気東輸の供給元である中国石油と具体的実施機関の間で、本契約の前段階に天然ガス供給量や圧力などの条件についての確認内容を記した意向書が取り交わされるなど、綿密な計画に基づき目標値が設定されていたか。

- 天然ガス転換によるメリット（政府による支援措置や価格面での優遇措置）があったか、天然ガスへの強制転換措置が取られたか（詳細は(3) 主要汚染物質の削減量参照）。

目標を達成した滁州市（計画比 103%）では、審査時に大口石炭ユーザーとの間、及び交通部門で意向書が交わされており、事業の計画がこれらの正確な天然ガス転換対象の情報に基づいて作成され、目標値も妥当に設定されていたことが大きい。

阜陽市（計画比 137%）では、工業・商業部門の天然ガス転換が全体の搬送量の77%を占めるという計画だったが、実際は工業 2.4%、商業約 17%であった。審査時に転換を見込んでいた大口ユーザーが評価時まで倒産したり、新設されるはずだった工場が建設半ばで止まったりしたことが主な原因である。また、グループ企業内に炭鉱があり、石炭の供給が安価にできるので転換しないという企業も計画に含まれていた。しかし工業・商業部門が伸び悩んだ一方で、交通部門は予測の2%を大幅に上回る 60%、民生部門も計画とほぼ同率で順調に伸びたため目標が達成された。

合肥市（計画比 135%）は、計画では8割以上を占めると予測していた工業部門は37%に留まった。その一方、民生部門の転換割合を全体の10%以下と見込んでいたが、「天然ガス利用政策」の影響を受け、実際は43%と大幅に上回り、目標達成に至った。

馬鞍山市（計画比 105%）は、民生部門が順調に伸び、また、審査時には2%程度を予測していた交通部門の天然ガス使用量が評価時には13%となり、目標達成に貢献した。

蕪湖市（計画比 81%）では、石炭、重油、軽油の大口ユーザーとの間でそれぞれ意向書が交わされ、灯油と軽油の使用を強制的に天然ガスに転換する対象地域も定められていた。しかし、実際には交通部門の転換が計画より少なかったため、目標値には届かなかった。

⁹ 限られた資源である天然ガスの合理的な開発・利用を推進するため、天然ガスの利用分野を「都市ガス」、「工業用燃料」、「発電」、「化学工業」の4種類に分類し、優先順位を、「優先／許可／制限／禁止」の4段階に設定した。民生部門の都市ガス供給は優先とされた。

目標を大きく下回った淮南市と銅陵市のサブプロジェクトでも、工業部門での転換が審査時の見込みよりも伸びなかった。計画が意向書に基づいて作成されていなかったため実績との乖離が生じたことや、天然ガス利用のための設備転換費を企業が自己負担しなければならないため、熱量当たりの単価が高い天然ガスを敬遠した工場が多かったりしたことが原因と考えられる。大規模炭鉱があって、石炭が地場産業にもなっている淮南市、銅陵市では、石炭が入手しやすく、炭鉱がグループ企業にある場合など市価より安く供給されることも影響したと考えられる。各サブプロジェクトの状況は以下のとおり。審査時と評価時の部門別天然ガス利用については表7、表8を参照されたい。

・ 淮南市（計画比 22%）

「天然ガス利用政策」の影響を受け、計画では工業部門の転換割合は全体の37%を見込んでいたが、実績では12%止まりだった。20%を占めると予測されていた発電用は評価時には転換されなかったため使用がなかった。

・ 銅陵市（計画比 54%）

計画時には工業部門の天然ガス使用量が76%を占めると予測していたが、実績では工業部門はそれより10%以上低い割合となった。大手企業が政策的に閉鎖され、使用量の大きい工業ユーザーの天然ガス転換がなかったことが影響した。

表7 審査時における天然ガス使用量予測の部門別割合（2002年）

| | 滁州市 | 阜陽市 | 合肥市 | 淮南市 | 馬鞍山市 | 銅陵市 | 蕪湖市 |
|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 電力 | | | | 19.56% | | | |
| 民生 | 15.3% | 14.44% | 9.9% | 23.15% | 22.0% | 22.8% | 25.3% |
| 工業・商業 | 77.4% | 70% | 86.6% | 37.38% | 7.7% | 76.4% | 62.5% |
| 交通 | 7.3% | 1.95% | 3.0% | 19.91% | 2.2% | 0.8% | 12.2% |
| 公共施設 | | 12.0% | | | | | |
| ボイラー | | 1.7% | 0.5% | | 68.2% | | |
| その他 | | | | 25.8% | 8.8% | | |

出所：JICA 審査時資料 天然ガス転換計画試算表（2002年8月）。

注：馬鞍山市のボイラーは2トン以下のボイラーの強制転換分の試算。

表8 評価時における天然ガス販売量の部門別割合（2012年）

| | 滁州市 | 阜陽市 | 合肥市 | 淮南市 | 馬鞍山市 | 銅陵市 | 蕪湖市 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| 電力 | | | | | | | |
| 民生 | 10.3% | 16.9% | 42.5% | 29.0% | 20.8% | 13.2% | 23.5% |
| 工業 | 66.7% | 2.4% | 37.3% | 12.3% | 46.6% | 65.4% | 76.5% (交通除く) |
| 交通 | 6.9% | 59.7% | 7.4% | 20.0% | 13.1% | 15.3% | |
| 商業 | 6.4% | 17.3% | 12.8% | 12.9% | 9.8% | 6.1% | |
| 公共施設 | 3.9% | 3.7% | | | | | |
| ボイラー | 5.8% | | | | | | |
| その他 | | | | 25.8% | 9.7% | | |

出所：質問票回答。

直近の2012年は完成から4年～6年目にあたる。2012年の搬送量と7年目の目標値を比較してみると、表9のとおり、滁州市や蕪湖市のように既に目標値に達しているサブプロジェクトがある一方で、3割程度にとどまる淮南市のようなサブプロジェクトもある。大半は7年目の目標比5割程度以上となっている。さらに、2012年の実績値に完成から2012年までの年平均伸び率をかけて、完成から7年目の搬送量を予測した。その結果、完成7年目の7市の一日当たりの天然ガス搬送量の合計は、目標442万2,000m³に対し、515万146m³で計画比116%となる見込みとなった。各サブプロジェクトでは、滁州市383%、阜陽市90%、合肥市117%、淮南市42%、馬鞍山市76%、銅陵市74%、蕪湖市159%となり、滁州、合肥、蕪湖市が目標を達成、阜陽市、馬鞍山市もほぼ達成する見込みである。2年目と比較すると淮南市、銅陵市とも達成度は向上しており、このままの伸び率で搬送量が増加すると、銅陵市は8年目にあたる2014年に、淮南市は12年目にあたる2018年にそれぞれ目標が達成される計算となる。

表9 事業完成から7年目の天然ガス搬送量の予測 (単位：m³/日)

| 搬送量 | 目標値 7年目 | 直近の実績 (2012年) | 7年目の 目標値との比 | 予測値 7年目 | 計画比 |
|-------------------|------------------|------------------|----------------|----------------------|-------------|
| 7市の 合計 | 4,422,000 | 2,994,793 | 68% | 5,150,146 | 116% |
| 滁州市 | 324,000 | 359,629 (5年目) | 111% | 1,240,351 (2014年) | 383% |
| 阜陽市 | 446,000 | 225,033 (5年目) | 50% | 402,322 (2014年) | 90% |
| 合肥市 | 1,020,000 | 731,349 (4年目) | 72% | 1,190,298 (2015年) | 117% |
| 淮南市 | 559,000 | 196,521 (6年目) | 35% | 233,986 (2013年) | 42% |
| 馬鞍山市 | 850,000 | 444,528 (5年目) | 52% | 642,073 (2014年) | 76% |
| 銅陵市 | 594,000 | 333,624 (6年目) | 56% | 442,386 (2013年) | 74% |
| 蕪湖市 | 629,000 | 704,110 (5年目) | 112% | 998,731 (2014年) | 159% |

注：予測値は完成年から2012年までの各年の伸び率の平均と同じ率で搬送量が伸びるという想定で算出した。

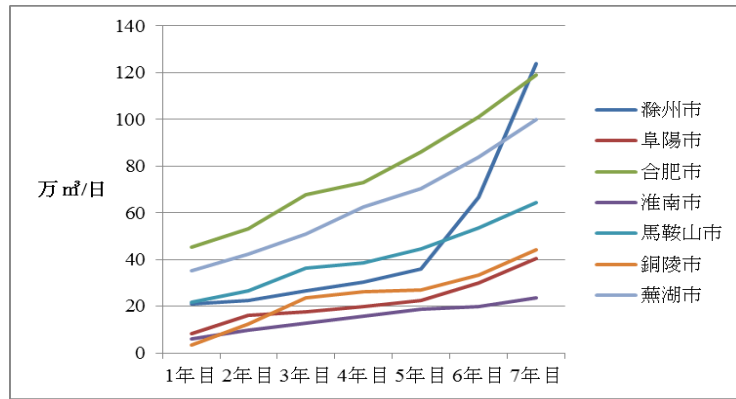


図 4 7年目までの天然ガス搬送量の推移予測

BOX : 天然ガス転換にかかる改造費用負担

改造費用負担の高さが、天然ガスの転換を希望する中小企業を躊躇させる要因となっている。都市ガスからの転換の場合には、すでに使用しているガス用パイプの補強やメーターの取り替え程度の改造ですむ。ところが、石炭や重油といった化石燃料からの転換の場合には調圧所からパイプラインを企業まで引き、さらに内部の設備も更新するという大がかりな改造が必要である。

本評価調査で質問票調査とヒアリングを行った大口天然ガスユーザー7件の転換費用は、下は300万元から上は2,000万元とばらつきがあった。

合肥市の黒鉛電極製造会社は転換費用に300万元をかけて設備を整えた。転換によって年間の燃料費を1,300万元から1,280万元に削減し、メンテナンスコストも30万元から25万元に減らすことができ、5年で転換にかかった費用を回収することができる。天然ガス年間使用量が360万m³以上の企業に適用される料金割引の対象にもなっている。合肥市の企業の場合にはあくまでも理想的な事例で、中小企業にとっては、先行投資の資金準備が困難で、天然ガスの使用量も多くないことから、改修費用の回収には長い年数がかかる。このため、費用対効果の面から転換が躊躇されることが多い。

2007年に公布、2012年に改定となった「天然ガス利用政策」のように、不定期に改定が行われる政策もあり、改定の内容は本事業にも直接的な影響を及ぼす。例えば、天然ガスによる火力発電の制限が解除された場合には、多くの天然ガスを使用する発電所での需要が一気に増え、その場合には搬送量が急増すると思われる。転換費用の負担については、政策転換によって政府による補助などが出た場合には、天然ガスへの転換が促進される可能性がある。

(2) 普及率

天然ガスに転換した世帯の割合を示す普及率は7市全体において69%で、計画時の目標値に照らし合わせると達成度は115%と、搬送量の達成度83%に比べて高い達成度になった。天然ガスの供給量が限定される中、政府の民生優先の原則に従い、サブプロジェクトも民生部門を優先してきた結果といえる。各サブプロジェクトの天然ガス普及率は滁州市64%、阜陽市87%、合肥市92%、淮南市27%、馬鞍山市90%、銅陵市52%、蕪湖市68%で、滁州市、阜陽市、合肥市、馬鞍山市が目標を達成し、銅陵市と蕪湖市が目標をほぼ達成した。淮南市の達成度は50%以下であった。

表 10 天然ガス普及率

| 普及率 | 目標値 2年目 | 実績値 2年目 | 計画比 | 直近の実績値 |
|-------------------|------------|----------------|-------------|----------------|
| 7市の 平均 | 60% | 69% | 115% | — |
| 滁州市 | 60% | 64% (2009年) | 107% | 74% (2012年) |
| 阜陽市 | 24% | 87% (2009年) | 372% | 94% (2012年) |
| 合肥市 | 70% | 92% (2010年) | 131% | 94% (2012年) |
| 淮南市 | 61% | 27% (2008年) | 44% | 63% (2012年) |
| 馬鞍山市 | 72% | 90% (2009年) | 125% | 92% (2010年) |
| 銅陵市 | 60% | 52% (2008年) | 87% | 75% (2012年) |
| 蕪湖市 | 74% | 68% (2009年) | 92% | 79% (2011年) |

出所：目標値は JICA 審査時資料、実績値は各市質問票回答。

普及率は民生部門だけに関わる指標であり、天然ガスの搬送量と必ずしも連動しない。阜陽市や淮南市のように、普及率が伸びていても搬送量が伸びていない原因として、①天然ガスは開通したものの、引き続き他の燃料が使われていること、②実際の需要と普及率との乖離、つまり戸籍上の人口と実際の居住人口に差があり、不在者の割合が高いので普及率は上がっていても、実際の天然ガスの使用量は伸びていないこと、などが考えられる。以下にその詳細を述べる。

① 他燃料の継続使用

本事業実施前からコークス炉ガスなどが都市ガスとして供給されていた市中心部では、ガスの質量がほぼ同じであることから、また生活スタイルも変わらないことから民生部門の天然ガスへの転換はスムーズに進んだ。しかし、初めて都市ガスが供給された阜陽市のような農村部では事情が異なる。練炭や薪からの天然ガスへの転換は、生活様式を大幅に変えることでもあり、天然ガスの利用は調理器具程度にとどまっているのが現状である。

② 人口統計と居住実態の差

表 11 に示すとおり、安徽省全体では半年以上不在となる人口の比率は 31.4%、特に阜陽市は 53%、淮南市は 38% と不在率が高い。住宅を購入して天然ガスを導入しても出稼ぎなどで不在となっているため、普及率が伸びてもガス使用量にあたる搬送量が伸びない環境にある。出稼ぎ農民が多い地域や農村部ではこの傾向が強

く、投機目的で購入された住居の多い開発区においても同様の問題が発生している。実施機関によればこれが天然ガス搬送量に影響を及ぼしているとのことである。

表 11 安徽省の不在者人口の比率¹⁰

| | 2011 年 |
|------|--------|
| 安徽省 | 31.4% |
| 滁州市 | 24.5% |
| 阜陽市 | 53.0% |
| 合肥市 | 22.9% |
| 淮南市 | 37.7% |
| 馬鞍山市 | 29.8% |
| 銅陵市 | 19.9% |
| 蕪湖市 | 32.1% |

出所：安徽省統計年鑑 2012 年版。

(3) 主要汚染物質の削減量

3 つ目の指標に、大気環境の主要汚染物質 (SO₂、NO_x、TSP) の削減量がある¹¹。削減量は、天然ガスに転換された化石燃料の量に単位当たりの汚染物質排出量¹²をかけ、そこから天然ガスによる排出量を引いて算出されている。対象となる燃料は、家庭用石炭、工業用石炭、商業用石炭が基本であるが、その他のディーゼル燃料などの化石燃料を含むサブプロジェクトもある。

表 12 に示すとおり、7 市全体の主要大気汚染物質 (SO₂、NO_x、TSP) の削減量の計画比は SO₂ : 85%、NO_x : 97%、TSP : 80% だった。サブプロジェクトでは、計画比を上回ったのは合肥市と馬鞍山市で、銅陵市は SO₂ 値が 8 割程度の達成だった。滁州市はほぼ 7 割、淮南市は 20% 程度の達成にとどまった。

馬鞍山市は搬送量の達成度が 105% であったのに対して、削減量の達成度は SO₂ が 266%、NO_x が 581%、TSP が 313% と大きく上回った。これは、2005 年に、削減効果の高い石炭ボイラー全てが天然ガスに転換されたことによるとと思われる。蕪湖市では他の物質に比べて NO_x の計画比が 52% と低い結果となった。これは交通部門の転換を 12% と見込んでいたが、ほとんど進まなかったことによるものと思われる。

¹⁰ 不在人口は、戸籍人口に対して半年以上不在となる人口の割合。

¹¹ 石炭などの化石燃料が燃焼することによって発生する汚染物質が、クリーンエネルギーで汚染物質がほとんど排出されない天然ガスに転換されることによって削減される量。

¹² 削減される汚染物質の分量は、フィージビリティ・スタディによって定められているが、サブプロジェクト毎に計算式が異なる。

表 12 主要汚染物質の削減量

| 7 市合計 | 目標値 (2 年目) | 実績値 (2 年目) | 計画比 |
|--------------------------------|---------------|---------------|------------|
| SO ₂ 排出削減量 (t/年) | 17,719 | 14,975 | 85% |
| NO _x 排出削減量 (t/年) | 10,635 | 10,319 | 97% |
| TSP 排出削減量 (t/年) | 30,583 | 27,372 | 80% |

| 滁州市 | 目標値 (2 年目) | 実績値 (2009 年) | 計画比 | 直近の実績値 (2012 年) |
|--------------------------------|---------------|-----------------|------------|--------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (t/年) | 4,355 | 2,911 | 67% | 3,127 |
| NO _x 排出削減量 (t/年) | 780 | 527 | 68% | 1,596 |
| TSP 排出削減量 (t/年) | 5,704 | 3,919 | 69% | 6,639 |

| 阜陽市 | 目標値 (2 年目) | 実績値 (2009 年) | 計画比 | 直近の実績値* (2012 年) |
|--------------------------------|---------------|-----------------|------------|---------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (t/年) | 1,205 | 825 | 68% | N/A |
| NO _x 排出削減量 (t/年) | 615 | 190 | 31% | N/A |
| TSP 排出削減量 (t/年) | 2,554 | 947 | 37% | N/A |

* : 2009 年に同じ。

| 合肥市 | 目標値 (2 年目) | 実績値 (2010 年) | 計画比 | 直近の実績値 (2012 年) |
|--------------------------------|---------------|-----------------|-------------|--------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (t/年) | 3,355 | 3,485 | 104% | 5,016 |
| NO _x 排出削減量 (t/年) | 4,560 | 5,953 | 131% | 8,568 |
| TSP 排出削減量 (t/年) | 10,124 | 12,814 | 127% | 18,445 |

| 淮南市 | 目標値 (2 年目) | 実績値 (2008 年) | 計画比 | 直近の実績値 (2012 年) |
|--------------------------------|---------------|-----------------|------------|--------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (t/年) | 3,758 | 711 | 19% | 1,544 |
| NO _x 排出削減量 (t/年) | 1,902 | 336 | 18% | 729 |
| TSP 排出削減量 (t/年) | 7,907 | 1,920 | 19% | 3,299 |

| 馬鞍山市 | 目標値 (2年目) | 実績値 (2009年) | 計画比 | 直近の実績値 (2010年) |
|--------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (ト/年) | 1,219 | 3,240 | 266% | 4,716 |
| NO _x 排出削減量 (ト/年) | 154 | 894 | 581% | 1,072 |
| TSP 排出削減量 (ト/年) | 489 | 1,530 | 313% | 2,219 |

| 銅陵市 | 目標値 (2年目) | 実績値 (2008年) | 計画比 | 直近の実績値 (2011年) |
|--------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (ト/年) | 1,431 | 1,087 | 76% | 1,673 |
| NO _x 排出削減量 (ト/年) | 728 | 903 | 124% | 1,223 |
| TSP 排出削減量 (ト/年) | 3,029 | 2,876 | 95% | 4,437 |

| 蕪湖市* | 目標値 (2年目) | 実績値 (2009年) | 計画比 | 直近の実績値 (2012年) |
|--------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------------|
| SO ₂ 排出削減量 (ト/年) | 2,695 | 2,690 | 100% | 3,189 |
| NO _x 排出削減量 (ト/年) | 1,897 | 1,010 | 53% | 1,220 |
| TSP 排出削減量 (ト/年) | 777 | 572 | 74% | 669 |

出所：目標値は JICA 審査時資料、実績値は質問票回答。

サブプロジェクトによって、また工業、民生、交通といった部門によって、天然ガスに転換された石炭の種類が異なるため、石炭単位当たりの汚染物質削減量が異なる。よって、ここでは各市の実績値を横並びで比較するのではなく、削減量に影響を及ぼした要因を分析する。

① 天然ガス転換の強制措置と優遇措置

国や省による環境改善に向けた政策を反映して、以下のような天然ガス転換への強制措置や優遇措置が各サブプロジェクト実施地においてとられた。これが、石炭使用量を削減して事業の効果¹³を促進する要因となった。

¹³ 削減した石炭の量は、各サブプロジェクトの質問票回答による数値。

表 13 サブプロジェクトで実施された強制措置・優遇措置とその効果

| 削減量 | 強制措置 | 優遇措置 |
|---|---|------|
| <p>滁州市 1.9 万トン (2012 年) うち天然ガス 転換は 1.1 万トン</p> | <ul style="list-style-type: none"> 2007 年 6 月より、滁州市政府により、市内中心部の 2 トン以下の石炭ボイラーが取り締まられた。 | なし。 |
| <p>阜陽市 4,689 トン (2011 年) うち 天然ガス転換 は 4,106 トン</p> | <ul style="list-style-type: none"> 2007 年阜陽市の通告¹⁴により、天然ガス推進をめざし、市区内の石炭ボイラーの閉鎖、操業停止を求めた。 2012 年 10 月より、市環境保護局と公安局が環境保護検査合格マークを取得していない車両の走行を限定した¹⁵。 | なし。 |
| <p>合肥市 (2011 年) 6,888 トン 天然ガス転換 量 N/A</p> | <ul style="list-style-type: none"> 合肥市による大気污染防治条例や集中熱供給管理暫行弁法により、市内中心部で暖房、電力供給、興業生産に使用されていた石炭ボイラーへの取り締まりが行われた。 | なし。 |
| <p>淮南市 石炭使用削減 量、天然ガス転 換量とも N/A</p> | <ul style="list-style-type: none"> 淮南市により、市内中心部の公衆浴場、暖房、工業生産用に使用されていた石炭ボイラーが淘汰された。 市内煤塵汚染管理強化通告がされ、環境管理が強化された¹⁶。 | なし。 |
| <p>馬鞍山市 5.1 万トン (2012 年) 100%天然ガス に転換</p> | <ul style="list-style-type: none"> 2005 年に市政府により、市内中心部の石炭ボイラーの取り締まりが行われ、期限付きで整備、是正が要求された。 火力発電所、鉄鋼業について、大 | なし。 |

¹⁴ 阜陽市人民政府による天然ガス使用推進のさらなる加速に関する通告（阜政秘（2007）109 号）。

¹⁵ 根拠となる法は「中華人民共和国大気污染防治法」、「中華人民共和国道路交通安全法」。

¹⁶ 「淮南市人民政府の市内煙塵汚染管理の強化に関する通告」淮府（2003）22 号、「淮南市人民政府の環境監督管理のさらなる強化に関する作業意見」淮府秘（2007）86 号。

| | | |
|--|---|---|
| | 気環境汚染物質の排出制限が守られていない場合には操業停止の措置が執られる。 | |
| 銅陵市 石炭使用削減 量、天然ガス転 換量とも N/A | <ul style="list-style-type: none"> 銅陵市政府により、工業、生活用に使用されていた市内中心部の石炭ボイラーの取り締まりが行われ、ほとんどが廃炉となった。 2007年 35 台、2008-2009年 35 台、2010年 54 台、2012年 70 台の合計 194 台が淘汰された。 | <ul style="list-style-type: none"> ボイラーの撤去、取り替え、改造をした企業に対して市政府と環境保護奨励資金から補助金をだす。また天然ガスに転換された場合には、配管敷設費用などの割引をする。 |
| 蕪湖市 工業用石炭 2.5 万トン (2011 年) 天然ガス転換 量 N/A | <ul style="list-style-type: none"> 2010 年に市政府が高汚染燃料を燃焼する全てのボイラー、工業用炉、かまどなどの燃焼施設を同年 7 月末日までにクリーンエネルギーに転換することを求めた¹⁷。 市内中心部の石炭ボイラーが淘汰された。天然ガスへの改造は行われず、全てが撤去となった。 | なし。 |

② 大規模工場や発電所の天然ガス転換

化石燃料を大口で使用している工場などが、天然ガスへと燃料を転換した場合、それは大気環境汚染物質の濃度改善の貢献材料となる。例えば、銅陵市で銅電極を製造している大口天然ガスユーザーは、銅陵市全体の天然ガス使用量の 2%にあたる年間 2,330 万 m³/年の天然ガスを使用している。工場ではそれまで大気環境対策として排煙脱硫装置を設置していたが、石炭、重油、液化石油ガスを天然ガスへ転換したことによって汚染物質の排出量は減少したということであった¹⁸。



図 5 石炭ボイラー設備（滁州市内）



図 6 火力発電所（淮南市内）

¹⁷ 「蕪湖市人民政府の高汚染燃料燃焼禁止区管理強化に関する通告」蕪政（2010）20 号。

¹⁸ 大口天然ガスユーザーへの質問票調査による。

省政府へのヒアリングでは、火力発電所が汚染源の筆頭に挙げられた。安徽省は石炭の産地でもあり、火力発電所で使用されている燃料はほとんどが石炭である。2000年と2011年を比較すると、年間発電量は364億6,000kwから1,655億kwと4.5倍に増えている（詳細は表18参照）。一方、発電所の環境対策として2003年に公布された「火力発電所大気汚染物質排出基準法（GB13223-2003）」と改定された同法（GB13223-2011）で脱硫装置の設置が義務づけられるようになった。発電所数の増加による汚染物質排出量や環境対策による抑制効果を表すデータともに得られなかったが、インパクトの項でも述べるとおり、実施機関によれば火力発電量の増加による汚染物質排出量の負のインパクトが、大規模工場での石炭使用と並んで大きいということである。ただし、「天然ガス利用政策（2007年、2012年改定）」による制限対象から外れた場合、各市で火力発電所の天然ガス化が進む可能性もある。

③ 天然ガスと他燃料との価格差¹⁹（別添3参照）

工業部門の燃料価格を熱量当たりの換算値で比較すると、石炭ガスは天然ガスの半分程度の額で推移している。石炭の価格は品質や入手方法によって価格にばらつきはあるが、天然ガスよりはるかに安価で、天然ガス価格の十分の一から三分の一である。特に、安徽省は石炭を産出していることから、大規模石炭ユーザーが同系列グループ企業の炭鉱から通常より安い価格で購入できる場合もある。クリーンエネルギーである天然ガスに転換することで煤煙が出なくなり、機械のメンテナンスコストが削減されるメリットはある一方で、転換のための設備導入や改造費用に加えて燃料費の格差も阻害要因となった。

民生部門では、住民は居住地域に供給される都市ガスを選択することはできないが、都市ガス以外のLPGなどの燃料は自主的に設置して使用することは可能である。ただし、LPGの価格は天然ガスの約2倍となるので、天然ガスへの転換の阻害要因にはならなかった。

表14 熱量当たりの都市ガス価格の比較（滁州市）

（単位：元/MKcal）

| | 天然ガス | | | 石炭ガス | LPG |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 民生 | 工業 | 交通 | 工業 | 民生 |
| 2006 | 0.235 | 0.235 | 0.304 | 0.112 | 0.458 |
| 2008 | 0.235 | 0.283 | 0.342 | 0.143 | 0.437 |
| 2009 | 0.235 | 0.283 | 0.342 | 0.125 | 0.472 |
| 2010 | 0.235 | 0.338 | 0.426 | 0.147 | 0.552 |
| 2011 | 0.235 | 0.338 | 0.426 | 0.154 | 0.64 |

出所：滁州市質問票回答。

注：天然ガス熱量8,400kcal/m³、石炭ガス5,000kcal/kg、LPG11,000kcal/kgで計算。

¹⁹ 天然ガス価格は輸送距離によって価格が異なるが、小売価格は物価局によって基準が決められているため、滁州市の例を使用して説明する。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

3.3.1.1 大気環境の改善

本事業は、天然ガスへの転換を促進し、大気環境の改善に寄与しようというものである。事業実施により、汚染物質（SO₂/ NO₂ / TSP/ PM10/CO）濃度が大気環境 2 級基準を満たすことが期待されていた。評価時においては、合肥市の PM10 値を除き、全てのサブプロジェクト対象市が大気環境 2 級基準を満たしている。ただし、滁州市は全ての汚染物質濃度が年々低くなっているが、その他の市については、審査時より濃度が高くなっている汚染物質も少なからずある（別添 4 参照）。

安徽省全体の大気汚染物質の排出量をみると、SO₂は 2006 年をピークに減っている一方で、NO_x は 2009 年に減少し、以降は増加しつづけている。TSP は 2005 年以降大幅に減少を続けている。このように物質によって排出量の状況は異なるものの、安徽省全体の大気汚染物質の年間汚染物質排出量に占める本事業による削減量の割合は、2011 年時点で、SO₂が 3.72%、NO_x が 1.34%、TSP が 7.19%であり、政策目標に照らし合わせてもその数値は小さくない。本事業が大気環境の改善に寄与していることは確実である（別添 5 参照）。

表 15 安徽省全体の主な大気環境汚染物質の排出量
(単位：トン/年)

| | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SO ₂ | 454,900 | 489,000 | 571,200 | 584,500 | 571,700 |
| NO _x | N/A | N/A | N/A | 609,692 | 569,010 |
| TSP | 701,900 | 716,700 | 760,100 | 717,800 | 613,200 |
| | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 |
| SO ₂ | 555,700 | 538,424 | 532,576 | 529,474 | 519,600 |
| NO _x | 547,500 | 538,971 | 636,425 | 959,113 | 921,300 |
| TSP | 613,300 | 564,766 | 519,109 | 452,224 | N/A |

出所：安徽省政府への質問票回答。

大気環境の改善を阻害する要因として、人口増加、経済成長に伴う石炭使用量の増加、自動車保有台数の増加などが挙げられる。燃料別の SO₂、NO_x、TSP 排出量をみると、下表のとおり SO₂、TSP の排出の増減には工業用石炭、NO_x にはガソリンの影響がそれぞれ強いことがわかる（表中のハイライト参照）。実施機関によれば、汚染物質発生源は影響の強い順に、火力発電所による化石燃料の使用、大規模工場による化石燃料使用、自動車の排気ガスとのことである。妥当性の項でも示したが、一次エネルギー需要増にともなって石炭の使用量が火力発電所と大規模工場が増えたことが最も大きな要因である。以下に各要因の状況を記す。

表 16 燃料別の大気環境汚染物質排出量

| 石炭熱量 1 トン 当たりの排出量 | SO ₂ (kg/トン) | NO _x (kg/トン) | TSP (kg/トン) |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| 民生用石炭 1 トン | 7.10 | 1.45 | 0.70 |
| 工業用石炭 1 トン | 20.0 | 15.0 | 50.0 |
| ガソリン 0.48 トン | 2.4 | 39.36 | 0.432 |
| 重油 0.48 トン | 4.8 | 8.16 | 0.456 |
| 石炭ガス 1282m ³ | 0.77 | 2.6 | 0 |
| 天然ガス 537m ³ | 0.097 | 0.097 | 0 |

出所：JICA 審査時資料。

注：JICA が作成した天然ガス転換計画試算表（2002 年 8 月）に基づき、評価者が石炭熱量に合わせて各物質の換算値を再計算した数値。

① 一次エネルギーの需要増加と石炭需要量（石炭使用量）の増加

安徽省全体で、一次エネルギーの需要は 2001 年から 10 年間に 213%に増加し、その需要を満たすために石炭の需要量も 218%増となった。民生用は減少しているが、需要の大部分を占める工業用が増加しているため、石炭依存度は 80%後半に高止まりしている。

2000 年から 2011 年の間に、安徽省における電力生産量は 4.5 倍になった。発電所のない阜陽市を除いたサブプロジェクト実施市では、電力生産量のほぼ 100%を石炭火力発電所に依存している。このため、各市の火力発電所で使用される石炭量も比例して増加し、石炭燃焼による汚染物質排出量が増えていると考えられる。

表 17 安徽省における石炭の需要量とその割合

| | 一次エネルギー 需要総量 (万トン) | 石炭需要量 (万トン) | | | 石炭依存 率 (%) |
|------|-----------------------|-------------|-----|-------|---------------|
| | | 総 | 民生用 | 工業用 | |
| 2001 | 5,216 | 4,504 | N/A | N/A | 86.18 |
| 2005 | 6,564 | 5,798 | 360 | 5,438 | 88.33 |
| 2006 | 6,999 | 6,169 | 306 | 5,863 | 88.15 |
| 2007 | 7,718 | 6,840 | 268 | 6,572 | 88.63 |
| 2008 | 8,924 | 8,019 | 236 | 7,784 | 89.86 |
| 2009 | 9,776 | 8,748 | 222 | 8,526 | 89.48 |
| 2010 | 10,373 | 9,229 | 284 | 8,945 | 88.97 |
| 2011 | 11,118 | 9,840 | 203 | 9,637 | 88.51 |

出所：2001 年データは、安徽省回答集（2002 年 6 月）、2005 年～2011 年数値は、安徽省質問票回答。

表 18 電力生産量と消費量 (単位：億 kw/年)

| | 2000 年 | 2011 年 | 割合 | 2000 年/ 2011 年比較 |
|--------|--------|----------|-----|---------------------|
| 電力生産量 | 364.63 | 1,655.07 | | 454% |
| うち火力発電 | 360.05 | 1,624.0 | 98% | 270% |
| 水力、その他 | 4.58 | 31.07 | 2% | 678% |
| 電力消費量 | 338.92 | 1,221.19 | | 360% |
| うち工業 | 238.26 | 877.79 | 72% | 368% |
| 民生 | 53.03 | 191.55 | 16% | 361% |

出所：安徽省統計年鑑 2012 年版。

② 自動車保有台数

自動車の排ガスは特に NOx 増加の原因になる。表 19 のとおり、自動車保有台数は、サブプロジェクト実施全市で急増しており、これが大気環境に影響を及ぼしている。サブプロジェクト 7 市全体でいえば、2002 年の 24.9 万台から 2011 年の 150.2 万台へと増えている。各市において、ガソリンやディーゼル燃料から天然ガス車への切り替えも、バスやタクシーといった公共交通を中心に進んでいる。しかしながら、天然ガス車の割合はまだ一桁台にとどまっており、車両の天然ガス化による大気環境改善への貢献は途上である。

表 19 各市における自動車保有台数 (単位：万台)

| | 滁州 | 阜陽 | 合肥 | 淮南 | 馬鞍山 | 銅陵 | 蕪湖 | 7 市計 | 安徽省 |
|--------|------|------|------|------|------|-----|------|-------|-------|
| 2002 年 | 4.2 | 4.9 | 6.7 | 3.0 | 0.9 | 1.1 | 3.2 | 27.4 | 52.3 |
| 2011 年 | 15.7 | 33.5 | 55.0 | 10.3 | 10.6 | 5.0 | 20.1 | 150.2 | 330.2 |

出所：安徽省統計年鑑 2003 年版、2012 年版。

表 20 燃料の種類と車両台数の内訳 (単位：台)

| 滁州市 | ガソリン | ディーゼル | 天然ガス | ハイブリッド | 電気自動車 | 台数 合計 |
|----------|--------|--------|-------|--------|-------|----------|
| 2006 年台数 | 54,580 | 26,739 | 150 | 0 | 0 | 81,469 |
| 割合 | 67.0% | 32.8% | 0.2% | — | 0% | — |
| 2012 年台数 | 97,902 | 56,596 | 3,400 | 10 | 0 | 157,908 |
| 割合 | 62.00% | 35.84% | 2.15% | 0.01% | 0% | — |

出所：滁州市質問票回答。

| 馬鞍山市 | ガソリン | ディーゼル | 天然ガス | ハイブリッド | 電気自動車 | 台数 合計 |
|----------|--------|--------|-------|--------|-------|----------|
| 2006 年台数 | 18192 | 5621 | 12 | 2 | 5 | 23,832 |
| 割合 | 76.33% | 23.59% | 0.05% | 0.01% | 0.02% | — |
| 2012 年台数 | 65242 | 13927 | 213 | 158 | 6 | 79,546 |
| 割合 | 82.01% | 17.51% | 0.27% | 0.20% | 0.01% | — |

出所：馬鞍山市質問票回答。



図7 本事業で裨益している団地群
(銅陵市)



図8 料金の支払いや相談の窓口と
なっているカスタマーセンター
(淮南市)

3.3.1.2 住民の 대기改善に対する認識

本事業の定性的な効果を確認するため、事業実施前に他市と比較して 대기汚染が深刻であった銅陵市において、2007年に石炭から天然ガス利用に轉換した大口工業ユーザー付近の団地の住民50人を対象に、天然ガス轉換による生活や環境への定性的な影響の調査を目的とした質問票に基づく受益者調査を実施した。その結果は以下のとおり。

(1) 天然ガス利用状況

調査対象地域において天然ガスへの轉換は2007年から2008年の間に順次行われた。約半数以上の世帯が石炭ガスからの轉換で、轉換には世帯当たり平均1,172元²⁰の調理器具や給湯設備購入費用がかかったと回答している。

天然ガスへの轉換理由については、他エネルギーと比較して供給が安定していていつでも使えることから「天然ガスの方が便利」と利便性をあげた回答者が88%、次いで「家族の健康によい」48%、「 대기環境によい」42%と 대기汚染物質が少ないことをあげている(図9)。利用者は、天然ガスを利用してから、90%が「利便性がよくなった」(図10)、66%が調理、給湯、暖房などを含んだ器具の使用時間が短くなったと回答しており(図11)、コスト面では82%が利用料金は「天然ガスの方が安い」(図12)、また、天然ガスを使用してから健康面で86%(図13)、環境面で88%(図14)が改善したと回答している。

²⁰ 銅陵市2007年の一人当たりGDPは38,454元/年。

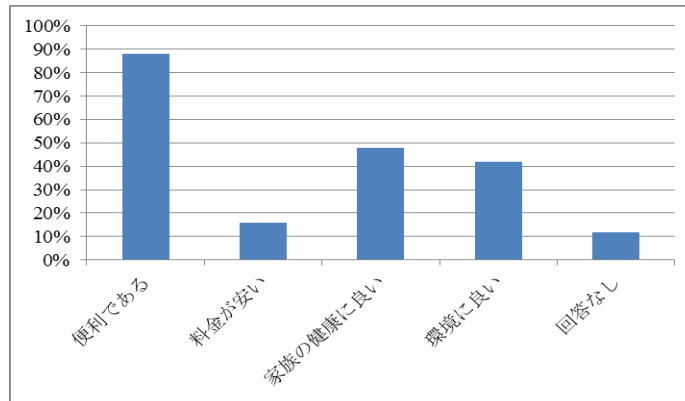


図9 天然ガスに転換した理由

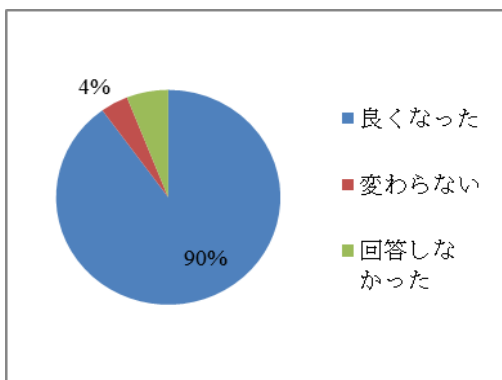


図10 天然ガスの転換による利便性の変化

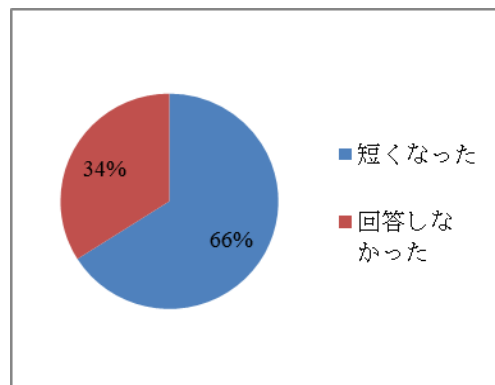


図11 天然ガス転換による調理器具使用時間

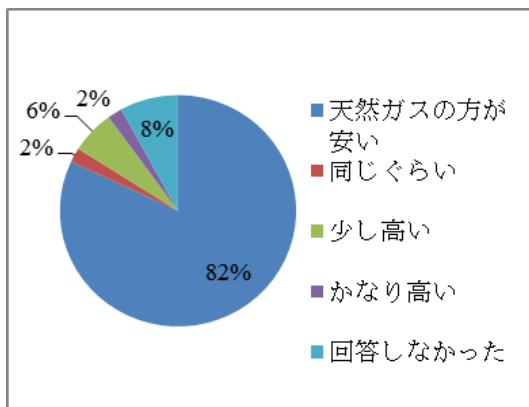


図12 天然ガス転換による一次エネルギー使用料金の変化

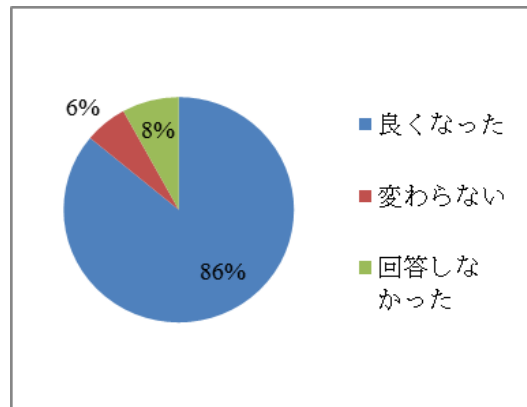


図13 天然ガス転換による健康の変化

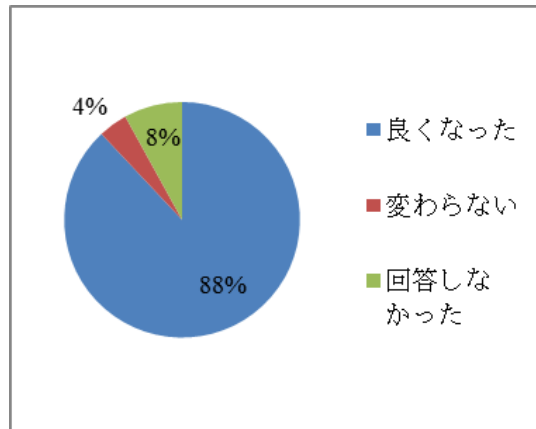


図 14 天然ガス利用による環境の変化

(2) 大気改善に対する認識

住居付近の大気環境を 10 年前と比較すると、回答者の 62%が「大気環境がかなり改善された」、24%が「ある程度改善された」と回答している。回答理由として「(石炭の硫黄分による) 刺激臭がしなくなった」、「壁が黄色く変色しなくなった」などがあげられている (図 15)。

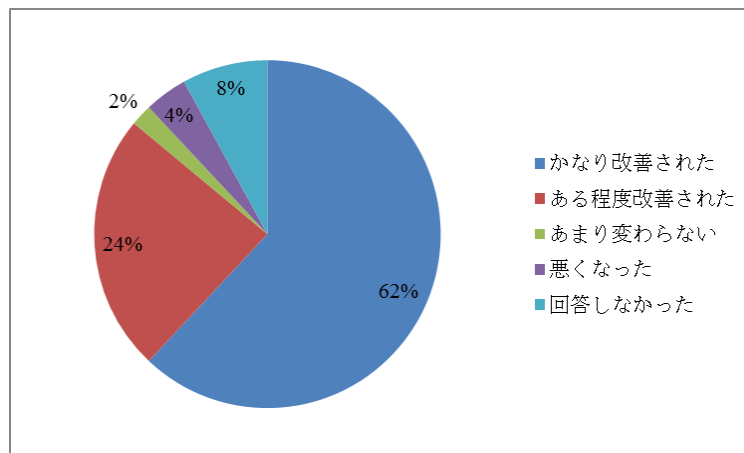


図 15 10 年前と今の大気環境の比較

(3) 生活環境の変化

10 年前と比較して、天然ガスへの転換による燃料へのアクセスや使用器具などの利便性について、72%が「かなり便利になった」、16%が「ある程度便利になった」と回答している。その理由として、天然ガスへの転換により、特に、都市ガス使用時には燃料不足によって供給が停止することがあったが、天然ガスに転換されてからは、冬場の燃料使用ピーク時にも滞りなく供給が行われていることが多くあげられた (図 16)。

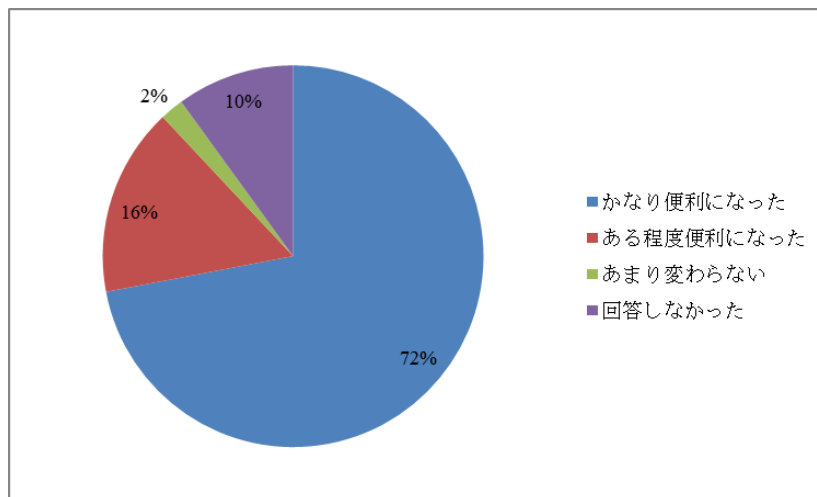


図 16 10年前と今の生活環境の比較

調査はサンプル数が少ないことから、この結果は本事業の受益者を代表するものではないが、サブプロジェクト実施地域において、天然ガスは大気環境の改善、及び利便性、健康、環境の観点から生活環境の改善に寄与していると認識されており、事業による一定の効果があったものと考えられる。

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 工業用ユーザーへのインパクト

各市の大口天然ガスユーザー7企業の協力を得て、天然ガス転換の理由や使用状況の確認をするために質問票調査を行った。天然ガスへは液化石炭ガス、重油、石炭からの転換で、転換した理由として全ての企業が環境への影響を挙げ、次いで85%が利便性を挙げている。回答のあった4社では、天然ガスの使用量は13万 m^3 /年から2,330万 m^3 /年で、転換にかかった費用は、300万元から2,000万元と回答されている。サンプルが少なく、また企業の規模や業種も多様なため一般化はできないが、個別に回答をみると、燃料費と維持管理費の回答があった3社については、2社は石油液化ガスや石炭の使用から天然ガスに転換したことで燃料費は改造前より20~25%程度上がっているが、維持管理費はそれぞれ35%程度と15%程度に減少したと回答している。その他1社では、コークスから天然ガスに転換することによって燃料費は2%、天然ガス利用によって煤の排出が減ったため、清掃やメンテナンスの労力や回数が減り、維持管理費は17%減少した。この企業では、改造にかかった300万元の回収に5年かかっている。大気環境の改善については、回答のあった6社全てが、天然ガスへの転換によって主要大気環境汚染物質の排出が削減できたと回答している²¹。

²¹ サンプル数も少なく、天然ガスの使用量も7万~1.5億 m^3 /年といった大企業ばかりであることから、このデータが本事業の工業ユーザーを代表するデータとはいえない。



図 17 転換前の石炭熱ボイラー
(平頂山市)



図 18 転換後の天然ガス炉
(平頂山市)

3.3.2.2 住民移転・用地取得

本事業による用地取得は、7市合計で計画の26.5ヘクタールから34.0ヘクタール（計画比128%）へと増えた。取得金額は計画の1,196万元から3,523万元（計画比295%）へと増えた。本事業による住民移転は発生していない。

滁州市、阜陽市、馬鞍山市による取得面積は計画通りで、淮南市、銅陵市、蕪湖市は計画よりも小さくなった。費用は阜陽市、蕪湖市では計画より抑えられた。淮南市、銅陵市では取得対象が農地になったため、農作物に対する補償も含んだ金額を支払うことになり、増額になった。合肥市での取得面積が拡大した理由は、本事業開始後の都市計画の変更に伴い、パイプライン建設予定地の変更を余儀なくされたためである。これにより、無料で取得する予定であった1.4ヘクタールの約8倍の面積を1,193万元で取得することになった。

いずれのサブプロジェクトでも、市政府に建設用地を申請した後、市政府と具体的実施機関が、土地を所有する地方政府と土地の取得や補償について調整するという方法がとられた。市政府が入ることによって審査や調整はスムーズに進み、農地の取得があった阜陽市、合肥市、淮南市、銅陵市では、郷・鎮・村との交渉にも問題は生じなかった。唯一、馬鞍山市では、地方政府との交渉に時間がかかったために工期が遅れるという影響があった。

表 21 各サブプロジェクトの用地取得状況

| | 計画時 | | 評価時 | |
|------|---------|----------|---------|----------|
| | 取得面積 | 金額(万元) | 取得面積 | 金額(万元) |
| 7市合計 | 26.5 hr | 1,196.15 | 34.0 hr | 3,522.8 |
| 滁州市 | 2.7 hr | 6 | 2.7 hr | 400 |
| 阜陽市 | 3.4 hr | 2.6 | 3.4 hr | 2.3 |
| 合肥市 | 1.4 hr | 0 | 12.5 hr | 1,192.57 |
| 淮南市 | 8.0 hr | 8.55 | 6.0 hr | 415.13 |
| 馬鞍山市 | 3.3 hr | 750 | 3.3 hr | 750 |
| 銅陵市 | 3.0 hr | 6 | 1.7 hr | 365 |
| 蕪湖市 | 4.7 hr | 423 | 4.4 hr | 397.8 |

出所：各サブプロジェクトへの質問票回答。

3.3.2.3 自然環境への影響

事業実施中は、国の基準に沿って重金属などによる水質・土壌汚染対策、汚泥処理、騒音・振動対策がとられ、供用開始後も自然環境への負の影響は発生していない。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業における計画と実績は下表のとおりで、対象市が8市から7市になったことを除き、ほぼ計画通りに実施された。

表 22 アウトプット一覧表

| | 計画 | 実績 |
|-----|---|------|
| 巢湖市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー2基 SCADA1基 ガス管(中圧管82km) 天然ガススタンド3カ所 | 中止 |
| 滁州市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー2基 SCADA1基 ガス管(高圧管38km、中圧管260km) 天然ガススタンド3カ所 | 計画通り |
| 阜陽市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー4基 SCADA1基 | 計画通り |

| | | |
|------|---|--|
| | ガス管（中圧管 290km、低圧管 437km） 天然ガススタンド 5カ所 | |
| 合肥市 | ゲートステーション 1カ所 ガスホルダー 12基 SCADA1基 ガス管 456 km（高圧管 20km、中圧管 409km、低圧管 27km） 天然ガススタンド 1カ所 | ほぼ計画通り 変更点は ガスホルダー 9基 ガス管 1,042 km（高圧管 22km、中圧管 570km、低圧管 450km） |
| 淮南市 | ゲートステーション 1カ所 ガスホルダー 6基 SCADA1基 ガス管 204 km（高圧管 56km、中圧管 131km、低圧管 17km） 天然ガススタンド 6カ所 | ほぼ計画通り。 変更点は、ガスホルダー 2基 ガス管 614km（高圧管 38km、中圧管 129km、低圧管 447km） 天然ガススタンド 5カ所 |
| 馬鞍山市 | ゲートステーション 1カ所 ガスホルダー 5基、SCADA1基 ガス管 228 km（高圧管 1km、中圧管 227km） 天然ガススタンド 1カ所 | ほぼ計画通り。 変更点は、ガスホルダー 2基 SCADA1基 ガス管 10,856 km（高圧管 10km、中圧管 227km、低圧管 629km） |
| 銅陵市 | ゲートステーション 1カ所 SCADA1基 ガス管 261 km（中圧管 74km、低圧管 187km） 天然ガススタンド 1カ所 | 計画通り |
| 蕪湖市 | ゲートステーション 1カ所 ガスホルダー 6基 SCADA1基 ガス管 336 km（中圧 132km、低圧管 204km） 天然ガススタンド 2カ所 | 計画通り |

ガスホルダーの建設数を減らし、ガス管の総距離を変更した合肥市、淮南市、馬鞍山市では、球形のガスホルダーについては一部建設を取りやめて、地下パイプラインでの貯蔵に切り替えた。導管内の強化技術によって、より圧力をかけることで備蓄と併用することが可能となったためである。これによって、ガスホルダーの建設を予定していた土地が不用となったうえ、ガスホルダーの建設費用、メンテナンス費用を削減することができた。また、ガス管の総距離の変更については、合肥市では中国石油からの供給をサブパイプラインからうける計画であったが、直接、メインパイプラインの位置変更により直接の引き入れとなった。淮南市と馬鞍山市は都市計画に合わせた工事計画への調整があり敷設総距離が延長されたことによる。



図 19 球形天然ガスホルダー（合肥市）



図 20 CNG ステーション（滁州市）

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

審査時に計画された総事業費は 37,079 百万円（うち円借款部分 18,558 百万円）だった。対象 8 市のうち、巢湖市が円借款利用を辞退したので、サブレーティングにあたっては、その分の事業費を差し引いた 35,090 百万円（うち円借款部分 17,293 百万円）を計画の総事業費に用いる。7 市の総事業費実績は 36,586 百万円（うち円借款部分 18,538 百万円）で、計画比 104%であった。7 市のうち 4 市は計画内に収まり、他 3 市も計画の 120%以下と大幅に計画を超過したサブプロジェクトはなかった（別添 1 参照）。阜陽市、淮南市、蕪湖市が計画値を越えたが、いずれのサブプロジェクトも国内の物価上昇による。

3.4.2.2 事業期間

本事業の期間は計画の 2003 年 3 月～2007 年 12 月（58 カ月）に対して、実際は 2003 年 3 月～2008 年 9 月（67 カ月／計画比 116%）と、計画を上回った。各市の実績は、滁州市（58 カ月／計画比 126%）、阜陽市（58 カ月／計画比 126%）、合肥市（67 カ月／計画比 116%）、淮南市（46 カ月／計画比 100%）、馬鞍山市（58 カ月／計画比 126%）、銅陵市（46 カ月／計画比 100%）、蕪湖市（58 カ月／計画比 126%）だった（別添 2 参照）。125%を越えた 4 市の遅延理由は以下のとおりである。

滁州市では、インフレの影響でガスホルダーの価格が急騰したため、建設予定のガスホルダーは一部を国内資金で調達して建設することになった。一部を地下パイプラインに貯蔵する方法に切り替えたため、その変更手続きや調整に時間を要した。

阜陽市では、2005 年末に市開発計画ができて道路整備計画に大幅な変更があったことが影響した。天然ガスパイプラインの工事は都市計画の道路整備と連動して管理されている。継続する予定だった天然ガスパイプライン敷設工事を一時期中断

し、道路の工事時期に合わせて 2007 年後半まで延期しなくてはならなかった。

蕪湖市では、市の環境基準が改定され、供給ステーションを基準に合わせた設計に変更する必要性がでた。基準に応じた設計と調達内容への変更と、一部自己資金での建設への切り替えたための手続きを行うことが必要になり、市内の供給施設の工事に遅れが生じた。

馬鞍山市では、地方政府とのゲートステーション建設用地にかかる契約交渉や手続きに時間を要した。

3.4.3 財務的内部収益率（FIRR）

審査時における財務的内部収益率（FIRR）をプロジェクトライフ 20 年、便益を料金収入、費用を建設費用、維持管理費用他として計算した値と、評価時の再計算の結果は以下の表のとおりである。評価時には、合肥市、淮南市、馬鞍山市で FIRR の値はマイナスとなった。淮南市は天然ガス販売収入が審査時計画を大きく下回っているのに対して、維持管理費が計画を上回っていることが原因である。その他の 2 市も天然ガス販売関連経費の占める割合が高く収益が低くなっていることが影響した。馬鞍山市は高い税率も影響していると考えられる。

表 23 財務的内部収益率

| | 審査時 | 評価時 |
|------|------|--------|
| 滁州市 | 6.3% | 7.26% |
| 阜陽市 | 3.5% | 7.11% |
| 合肥市 | 7.2% | マイナス |
| 淮南市 | 5.8% | マイナス |
| 馬鞍山市 | 3.8% | マイナス |
| 銅陵市 | 4.9% | 11.56% |
| 蕪湖市 | 7.7% | 0.4% |

出所：審査時の値は JICA 審査時資料を参照、評価時は具体的実施機関による質問票回答をもとに評価者が再計算をした。

注：実績値、予測値は、具体的実施機関から提供された数値を使用。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 実施機関

審査時には、実施機関である安徽省政府に重要事項の意志決定やモニタリングを行う指導グループが設置され、その事務局として円借款項目管理弁公室が置かれた。2005年に財政庁金融処に置かれ、年間計画策定、建設工程の進捗管理や竣工検査、資金管理を含んだ事業実施にかかる指導監督を行ってきた。事業完了後も引き続きサブプロジェクトの指導監督と円借款返済の管理を担っている。

(2) 具体的実施機関

馬鞍山市のサブプロジェクトで具体的実施機関の名称が変更になったが、審査時から実施主体そのものに変更はない。全ての具体的実施機関が事業開始前から、石炭ガス、コークス炉ガス、LPGなどを都市ガスとして供給していたため、同じパイプラインを修繕、交換して天然ガスを供給している。ガス供給事業の運営施設管理経験があったため、利用者の天然ガスへの転換は問題なく行われ、ガス供給施設の事故も起きていない。

表 24 具体的実施機関の組織名称

| 実施地 | 審査時名称 | 評価時名称 | 組織形態 |
|------|--------------|-------------|----------------------------|
| 滁州市 | 滁州市煤氣公司 | 変更なし | 100%市出資の国有企業 ²² |
| 阜陽市 | 阜陽国禎能源開發有限公司 | 変更なし | 民営企業 |
| 合肥市 | 合肥燃氣集团有限公司 | 変更なし | 100%市出資の国有企業 |
| 淮南市 | 淮南市燃氣総公司 | 変更なし | 100%市出資の国有企業 |
| 馬鞍山市 | 馬鞍山市燃氣総公司 | 馬鞍山港貨燃氣有限公司 | 100%市出資の国営企業 |
| 銅陵市 | 銅陵燃氣総公司 | 変更なし | 100%市出資の国有企業 |
| 蕪湖市 | 蕪湖市燃氣総公司 | 変更なし | 100%市出資の国有企業 |

3.5.2 運営・維持管理の技術

(1) 実施機関

建設、施設の検査、環境管理は省政府の監督のもと市政府が実施している。省と市政府の連携体制があり、それぞれ専門の技術を有した機関が担当の運営監理に携わっており、技術能力に問題はみられない。

²² 所有と経営が分離されている国営企業は、国有企業に変更された。公有制の前提のもと株式制等を導入して資金を調達し、市場経済に適合する効率的な現代企業制度を確立することを目標としている。

- 1) サブプロジェクト各市政府の発展改革委員会が具体的実施機関の建設工事の認可と監督を行った。事後評価時は、財政状態と資産の監査を半期に一度行っている。
- 2) 環境部門では、各市政府の環境保護局が設置したモニタリングステーションで大気環境汚染物質の測定と四半期に一度程度の訪問による検査を行っている。違反があった場合には、市政府環境保護局が指導をしている。
- 3) 天然ガス関連施設の安全管理のモニタリングは、市政府の安全局が半年に一度程度の抜き打ち検査を行っている。天然ガス関連施設のパイプラインやメーター等の一連の設備の検査によってメーターやパーツ交換の詳細な指導も行われている。
- 4) 天然ガス関連施設の防火設備は市消防局が監督指導をしている。

(2) 具体的実施機関

全ての具体的実施機関において、以下の理由から技術能力には問題はない。

- 1) 運営・維持管理の技術評価基準が設定されており、業務内容に応じた研修を受けた技術者が配置されている。運営維持管理の技術評価基準が設定され、技術者はその基準を満たすことが要求されている。技術力向上のための技術訓練の研修制度も確立されている。訓練ニーズは技術の進歩に伴い、毎年改訂されている。
- 2) 全ての具体的実施機関は国の安全規程に基づいた設備の管理、保守、点検計画を策定しており、その計画に基づいて管理を行っている。関連するマニュアルについては職員に研修が行われ、職場にコピーが配備されている。
- 3) 現地踏査によって、設備の管理状況、保守点検体制に特に問題はないことが確認された。施設の巡回は毎時、保守点検記録は、毎時・毎日記録されており、設備に異常があった場合にはその内容と措置が記録されている。また、異常があった際の手順についても職員に周知されている。
- 4) スペアパーツは交換が必要な部署がすぐに使用できる場所に準備されており、必要に応じて交換されている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

天然ガス料金は、工業、商業の大口ユーザーは銀行振り込み、小規模の商業や民生用の料金徴収は IC カードによるプリペイド方式によって支払いされている。利便性の高い徴収体制が確立され、徴収率は全サブプロジェクトにおいてほぼ 100%が実現されている。料金徴収率が財務面で負の影響を及ぼすことはない。

末端ユーザーへの小売価格²³は政府の物価局が設定する統制価格に供給会社の利

²³ 天然ガスのユーザーへの小売価格は、国家レベルで決定されるガス田からメインパイプラインを経て市のゲートステーションまでのシティゲート価格と、省レベルで決定される市内の価格を合わせた価格となる。

国家レベル：出荷価格＋パイプライン輸送費＝シティゲート価格

益を載せた価格となっており、部門ごとに異なる料金が設定されている。民生部門へのユーザー価格は原価割れ、もしくは原価に近い価格で提供されているが、事業全体の収支としては交通や工業など高収益が望める部門の収入で補填されている。

阜陽市を除く 6 市のサブプロジェクトについては審査時に収益性が低いことが指摘されていたが、評価時には、データ提供のなかった淮南市以外のサブプロジェクトで、主な財務指標は全て改善されている。馬鞍山市のように天然ガス供給事業としてはマイナスになるサブプロジェクトもあるが、企業全体としては経常収支、営業利益率とも増加しており、安定的に経営が行われているため、財務面での持続性に大きな問題はない（別添 6 参照）。審査時と評価時の具体的実施機関の自己資本率を比較すると、馬鞍山市と銅陵市では審査時よりも増加、阜陽市は 28%、合肥市は 10%、蕪湖市は 16%程度に減少している²⁴。これは設備や事業への投資増によるもので、天然ガス関連設備の拡張が引き続き行われている成長期でもあり、企業の経常収支は安定しており特段の問題はない。阜陽市の具体的実施機関の経営状態は群を抜いて良好である。その背景には、搬送量拡大だけではなく、天然ガス供給時の搬送中の損耗の比率を減らす努力があった。通常、天然ガスの搬送時に平均 8%程度の損耗が発生するが、阜陽市の具体的実施機関はこの損耗率を約 3%に抑えている²⁵。

淮南市は、財務指標が提供されなかったため、経年の天然ガス事業の収支表を代用する。運行開始の 1 年目にあたる 2005 年、2006 年と赤字が続いた後、黒字転換したが、2010 年から再び赤字経営となり、その赤字幅は年々広がっている（表 25）。

表 25 淮南市の年間収支 (単位：万人民元)

| | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 管理運営費 | 1,003 | 3,080 | 3,379 | 7,661 | 9,342 | 13,117 | 17,466 | 18,770 |
| 収入 | 822 | 2,938 | 3,536 | 7,816 | 9,654 | 12,416 | 15,790 | 17,100 |
| 収支 | -481 | -142 | 157.5 | 157.9 | 312 | -700 | -1,676 | -1,670 |

出所：淮南市質問票回答。

淮南市の具体的実施機関へのヒアリングによると、天然ガス供給開始時から数年間、新規不動産デベロッパーとの調整ができておらず、民生部門、鉱業部門ともに顧客の開拓が遅れて収入を伸ばすことができなかったという。その後、調整に成功して顧客数を増やすことができたが、2010 年からは市内の配管網の建設が加速した

省レベル：シティゲート価格＋市内パイプライン輸送費（＋供給会社利益）＝小売価格

²⁴ 滁州市と淮南市はデータ提供なし。

²⁵ 阜陽市では、国の規程よりも人による巡回の頻度を増やし、SCADA システムによって大型顧客のパイプラインを含め圧力を常に監視。これによってガス漏れや異常の早期発見と対処が可能となり、ガス漏れや盗難によるロス減らしている。このような取り組みによって、損耗率のうち、3～4%は盗難防止措置によって改善されている。

ため建設投資が増えており、また、その回収まで至っていないことが再び赤字となっている要因である。

天然ガス供給事業が赤字になった場合には、基本的に各具体的実施機関における企業努力が求められるが、合肥市の具体的実施機関のように市政府から赤字補てんされたケースがある²⁶。各市政府の発展計画委員会へのヒアリングでは、天然ガス供給は公共事業であるため、具体的実施機関が供給存続の危機に陥るなど補填の必要が高いと判断される場合には、補填を行う可能性があるという回答であった。したがって、淮南市の財務に若干の懸念はあるが他 6 市は順調な財務状況であり、総じて財務的持続性に大きな問題はないといえる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

全てのサブプロジェクトにおいて運営維持管理の状態が良好であることが確認された。施設には点検や修理に備えた予備設備が設置されている。設備の維持管理計画は、国の規程に準じて策定され、その計画に基づいた管理が行われており、管理記録、点検記録、マニュアルも整備されている。特に、メインパイプラインから天然ガスを市内に引き入れるゲートステーションは重要施設であるため、周囲を塀で囲んだ敷地内に設置し、24 時間体制の監視、人の出入りの監理、火気や静電気防止の対策が厳重にとられている。



図 21 ゲートステーション内保安室
(蕪湖市)



図 22 火災に備えた防水池
(淮南市)

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに特段の問題はなく、本事業の持続性は高いといえる。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

²⁶合肥市具体的実施機関への質問票回答、ヒアリングによると 2004 年と 2005 年に 1,800 万元、2006 年と 2007 年に 1,500 万元の計 6,600 万元が補てんされた。

中国政府は大気環境を改善するために、クリーンエネルギーである天然ガスの一次エネルギー消費量に占める割合を引き上げ、汚染物質の排出総量を削減することを目標に掲げている。安徽省では審査当時、その 8 割以上を石炭に依存し、石炭燃焼に伴う汚染物質の排出により大気環境の悪化が深刻な問題になっていた。本事業は、国家プロジェクトである西気東輸の供給開始に合わせて、安徽省 8 市において天然ガス供給施設を整備し、大気汚染物質を削減しようというもので、実施の妥当性は高い。天然ガスの供給や転換も順調に進んでおり、本事業の目的は概ね達成されたと評価できる。対象都市の主要汚染物質はごく一部を除き国家大気環境 2 級基準を満たしており、大気環境へもプラスのインパクトをもたらしている。効率性に関しては、都市計画の変更の影響で事業が遅れ、事業費も物価の上昇により計画を若干上回ったことから、中程度と判断される。各市の天然ガス供給会社は、組織的、技術的、財務的に特段の問題はみられず、省・市政府による運営監理、環境モニタリング、安全管理体制も整っており、持続性は高い。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

サブプロジェクト実施全市では「天然ガス利用政策」（2007 年）によって民生部門での利用は推進されたが、制限があった工業部門や電力部門については、具体的実施者は天然ガスへの転換が本来ならば進められる事業者の転換を抑えなければならなかった。今後、同政策が改定され、工業部門や電力部門の制限が緩和されていくと、天然ガス需要は増大することが予測される。また、冬場の天然ガス不足に対応するため、具体的実施機関は、西気東輸パイプライン以外の天然ガス供給パイプラインや事業者からの購入を検討、もしくはすでに開始している。天然ガスの供給源を広げる以外に、天然ガスの種類拡大も検討されていて、炭層ガスなどの非従来型天然ガスや、新技術で無害化された石炭由来のガスなどが対象になっている。実施機関としては、天然ガス供給源を複数化し、安定的な供給ができるようにするとともに、限られた国内の天然ガスをどのように効率的に利用していくのか明確に示し、それを促進するための支援が望まれる。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

- (1) 本事業の効果指標である削減量については、指標そのものに対する認識の違いや計算方法の違いなどからサブプロジェクト横並びで正確な数値を把握するのが困難であった。対象とする化石燃料も、家庭用石炭、工業用石炭を基本としつつも、ディーゼルなどその他燃料を含むか含まないかはサブプロジェクトご

とに異なっていた。審査時に作成した主要汚染物質の単位当たり排出量や汚染物質対策環境も、10年の時の経過により変化するため、科学的な精密さを追求するならば正確な数値を出すことは難しい。こういった複雑な計算を求められる削減量の代わりに、石炭（家庭用、工業用、商業用）、ガソリン、ディーゼル、灯油、都市ガス（石炭ガス）、液化石油ガス（LPG）など燃料の天然ガスに転換される量を指標として設定し、その推移を記録する方が簡易でわかりやすい。このように、事業の効果指標には具体的実施機関が業務で定期的に記録しているデータで、可能であれば一次的データにすることが望ましい。

- (2) 中国では天然ガスの国内生産量が需要に追いつかず、「天然ガス利用政策」（2007年）によって、工業部門や電力部門での天然ガス使用が制限され、サブプロジェクトの天然ガス転換がこれらの部門での達成が計画より遅れる結果となった。本事業のように多くの外部の要因によって事業効果が左右されるような場合には、液化天然ガス（LNG）などの利用拡大により、天然ガス供給を安定させ、さらに、市内中心部の石炭ボイラーに対する総合的で厳格な取り締まりを実施するなど、化石燃料削減と天然ガスへの転換を推進するための政策的措置が適切にとられることが必要である。

以上

主要計画／実績比較

| 項 目 | 計 画 | 実 績 |
|--------------------|--|---|
| ① アウトプット 1. 巢湖市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー2基 SCADA1基 ガス管（中圧管 82km） 天然ガススタンド3カ所 | 中止。 |
| 2. 滁州市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー2基 SCADA1基 ガス管(高圧管 38km、中圧管 260km) 天然ガススタンド3カ所 | 計画通り。 |
| 3. 阜陽市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー4基 SCADA1基 ガス管（中圧管 290km、低圧管 437km） 天然ガススタンド5カ所 | 計画通り。 |
| 4. 合肥市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー12基 SCADA1基 ガス管 456 km（高圧管 20km、中圧管 409km、低圧管 27km） 天然ガススタンド1カ所 | ほぼ計画通り。 変更点は、ガスホルダー9基 ガス管 1,042 km（高圧管 22km、中圧管 570km、低圧管 450km）。 |
| 5. 淮南市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー6基 SCADA1基 ガス管 204 km（高圧管 56km、中圧管 131km、低圧管 17km） 天然ガススタンド6カ所 | ほぼ計画通り。 変更点は、ガスホルダー2基 ガス管 614km（高圧管 38km、中圧管 129km、低圧管 447km） 天然ガススタンド5カ所。 |
| 6. 馬鞍山市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー5基 SCADA1基 ガス管 228 km（高圧管 1km、中圧管 227km） 天然ガススタンド1カ所 | ほぼ計画通り。 変更点は、ガスホルダー2基 SCADA1基 ガス管 10,856 km（高圧管 10km、中圧管 227km、低圧管 629km）。 |
| 7. 銅陵市 | ゲートステーション1カ所 SCADA1基 ガス管 261 km（中圧管 74km、低圧管 187km） 天然ガススタンド1カ所 | 計画通り。 |
| 8. 蕪湖市 | ゲートステーション1カ所 ガスホルダー6基 | 計画通り。 |

| | | |
|--------|---|--|
| | SCADA 1 基 ガス管 336 km (中圧 132km、低 圧管 204km) 天然ガススタンド 2 カ所 | |
| ② 期間 | 2003年3月～2007年12月 (58カ月) | 2003年3月～2008年9月 (67カ月) |
| ③ 事業費 | | |
| 外貨 | 18,558百万円 | 18,538百万円 |
| 内貨 | 18,511百万円 | 18,048百万円 |
| | (1,234百万円) | (1,266.5百万円) |
| 合計 | 37,079百万円 | 36,586百万円 |
| うち円借款分 | 18,558百万円 | 18,538百万円 |
| 換算レート | 1 元 = 15円 (2003年3月現在) | 1 元 = 14.2514円 (2003年3月～2008年9月平均) 出所 : PACIFIC Exchange rate service University of British Colombia |

別添資料

別添 1 事業費

| | 計画値 | | | 実績値 | | | |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | 外貨 (百万円) | 内貨 (百万円) | 合計 (百万円) | 外貨 (百万円) | 内貨 (百万円) | 合計 (百万円) | 計画比 |
| 巢湖市 | 1,265 | 48.29 | 1,989 | 中止 | | | |
| 滁州市 | 1,210 | 60.26 | 2,114 | 1,210 | 60.26 | 2,069 | 98% |
| 阜陽市 | 1,815 | 108.01 | 3,435 | 2,192 | 130.3 | 4,049 | 118% |
| 合肥市 | 4,841 | 370.41 | 10,397 | 4,874 | 371 | 10,162 | 98% |
| 淮南市 | 2,190 | 139.98 | 4,290 | 2,378 | 161.88 | 4,685 | 109% |
| 馬鞍山市 | 2,057 | 157.91 | 4,426 | 2,059 | 157.91 | 4,309 | 97% |
| 銅陵市 | 1,369 | 85.64 | 2,654 | 1,402 | 86.13 | 2,629 | 99% |
| 蕪湖市 | 3,811 | 264.21 | 7,774 | 4,424 | 298.99 | 8,685 | 112% |
| 8市合計 | 18,558 | 1,234.71 | 37,079 | | | | 98.7% |
| 7市合計 | 17,293 | 1,186.42 | 35,090 | 18,538.09 | 1,266.47 | 36,587.06 | 104.3% |

出所：PACIFIC Exchange rate service University of British Colombia

注：為替レート 計画時 1元=15円 評価時 1元=14.2514円

別添 2 事業期間の計画/実績の差異

(単位：月)

| | 計画 | | 実績 | | 差異 |
|------|------------------|----|------------------|----|------|
| | 期間 | 月数 | 期間 | 月数 | |
| 全体 | 2003年3月～2007年12月 | 58 | 2003年3月～2008年9月 | 67 | 116% |
| 滁州市 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 2003年3月～2007年12月 | 58 | 126% |
| 阜陽市 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 2003年3月～2007年12月 | 58 | 126% |
| 合肥市 | 2003年3月～2007年12月 | 58 | 2003年3月～2008年9月 | 67 | 116% |
| 淮南市 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 100% |
| 馬鞍山市 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 2003年3月～2007年12月 | 58 | 126% |
| 銅陵市 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 100% |
| 蕪湖市 | 2003年3月～2006年12月 | 46 | 2003年3月～2007年12月 | 58 | 126% |

注：事業期間の定義は、L/A 調印から安徽省政府の検収完了まで。ただし、合肥市については検収完了時期が不明であるため、試運転完了時期を完了とみなした。

別添 3 燃料価格の推移と種類別比較

熱量当たりの都市ガス価格の比較（滁州市）

（単位：元/MKcal）

| | 天然ガス | | | 石炭ガス | LPG |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 民生 | 工業 | 交通 | 工業 | 民生 |
| 2006 | 0.235 | 0.235 | 0.304 | 0.112 | 0.458 |
| 2008 | 0.235 | 0.283 | 0.342 | 0.143 | 0.437 |
| 2009 | 0.235 | 0.283 | 0.342 | 0.125 | 0.472 |
| 2010 | 0.235 | 0.338 | 0.426 | 0.147 | 0.552 |
| 2011 | 0.235 | 0.338 | 0.426 | 0.154 | 0.64 |

出所：滁州市質問票回答。

注：天然ガス熱量 8,400kcal/m³、石炭ガス 5,000kcal/kg、LPG 11,000kcal/kg で計算。

別添 4 事業によるインパクト

大気環境基準（GB3095-1996年制定）*

| 年平均値（g/m ³ ） | 日本の 環境基準 ** | 1級基準 | 2級基準 | 3級基準 |
|-------------------------|-------------------|------|------|------|
| SO ₂ （二酸化硫黄） | 0.04 | 0.02 | 0.06 | 0.10 |
| TSP（全浮遊粒子状物質） | 0.10 | 0.08 | 0.20 | 0.30 |
| NO ₂ （二酸化窒素） | 0.04-0.06 | 0.04 | 0.04 | 0.08 |
| PM10（大気中浮遊粒子状物質） | 0.04 | 0.04 | 0.10 | 0.15 |
| CO（一酸化炭素） | 10 | 4.0 | 4.0 | 6.0 |

*：大気環境基準（GB3095-2012）では基準値に変更はなし。目標達成年度が都市によって指定されている。

**：1時間値の1日平均値。

サブプロジェクトの大気汚染物質の濃度の改善

目標値を超過している数値はハイライトで示し、また前年から増加している数値は右側に上向きの矢印をつけた。

（単位：mg/m³）

滁州市 滁州市環境観測所 目標値：第10次～第12次 2級基準

| 年平均値 | 第10次目標値 (2005年) | 第11次目標値 (2010年) | 2002年 | 2007年 | 2011年 |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| SO ₂ | 0.06 | 0.06 | 0.031 | 0.027 | 0.015 |
| TSP | 0.2 | 0.2 | 0.15 | 0.11 | 0.07 |
| NO ₂ | 0.04 | 0.04 | 0.055 | 0.031 | 0.024 |
| PM10 | 0.1 | 0.1 | 0.09 | 0.082 | 0.05 |
| CO | 4 | 4 | N/A | N/A | N/A |

出所：質問票回答。

阜陽市 阜陽市区観測所 目標値：第10次～第12次 2級基準

| 年平均値 | 第10次目標値 (2005年) | 第11次目標値 (2010年) | 2002年 | 2007年 | 2011年 |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|
| SO ₂ | 0.06 | 0.06 | 0.011 | 0.022 [↗] | 0.022 [↗] |
| TSP | 0.2 | 0.2 | N/A | N/A | N/A |
| NO ₂ | 0.04 | 0.04 | 0.034 | 0.03 | 0.021 |
| PM10 | 0.1 | 0.1 | 0.112 | 0.091 | 0.088 |
| CO | 4 | 4 | N/A | N/A | N/A |

出所：質問票回答。

合肥市 観測所平均値

目標値：第 10 次工業区 3 級、その他 2 級、第 11 次～第 12 次 2 級基準

| 年平均値 | 第 10 次目標値 (2005 年) | 第 11 次目標値 (2010 年) | 2002 年 | 2007 年 | 2011 年 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------|---------|---------|
| SO ₂ | 0.10 | 0.06 | 0.02 | 0.023 | 0.024 ↗ |
| TSP | 0.30 | 0.2 | 0.112 | 0.124 | 0.124 ↗ |
| NO ₂ | 0.08 | 0.04 | 0.024 | 0.026 ↗ | 0.025 ↗ |
| PM10 | 0.15 | 0.1 | 0.096 | 0.116 ↗ | 0.112 ↗ |
| CO | 6.00 | 4 | N/A | N/A | N/A |

出所：質問票回答。

淮南市 目標値：第 10 次大通り区 1 級、その他 3 級、第 11 次 3 級、12 次 2015 年までに 2 級

| 年平均値 | 第 10 次目標値 (2005 年) | 第 11 次目標値 (2010 年) | 2002 年 | 2007 年 | 2011 年 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|---------|
| SO ₂ | 0.10 | 0.06 | 0.018 | 0.035 | 0.031 ↗ |
| TSP | 0.30 | 0.2 | 0.226 | N/A | N/A |
| NO ₂ | 0.08 | 0.04 | N/A | 0.02 | 0.028 ↗ |
| PM10 | 0.15 | 0.1 | N/A | 0.087 | 0.094 ↗ |
| CO | 6.00 | 4 | N/A | N/A | N/A |

出所：安徽省統計年鑑、2002 年データは天然ガス利用規則（安徽省化工設計院 2003 年 1 月）。

馬鞍山市 市観測所中心点

目標値：第 10 次風景区 1 級、馬銅工業区 3 級、その他 2 級、第 11 次

| 年平均値 | 第 10 次目標値 (2005 年) | 第 11 次目標値 (2010 年) | 2002 年 | 2007 年 | 2011 年 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|---------|
| SO ₂ | 0.06 | 0.06 | 0.031 | 0.02 | 0.027 ↗ |
| TSP | 0.2 | 0.2 | N/A | N/A | N/A |
| NO ₂ | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.023 | 0.032 ↗ |
| PM10 | 0.1 | 0.1 | 0.111 | 0.092 | 0.092 |
| CO | 4 | 4 | N/A | N/A | N/A |

出所：質問票回答。

銅陵市 観測所平均値（TSP 測定は 2003 年まで。CO は 2010 年値）

目標値：2 級

| 年平均値 | 第 10 次目標値 (2005 年) | 第 11 次目標値 (2010 年) | 2002 年 | 2007 年 | 2011 年 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------|---------|--------|
| SO ₂ | 0.06 | 0.06 | 0.029 | 0.083 ↗ | 0.055 |
| TSP | 0.2 | 0.2 | 0.275 | N/A | N/A |
| NO ₂ | 0.04 | 0.04 | 0.034 | 0.032 | 0.022 |
| PM10 | 0.1 | 0.1 | N/A | 0.088 | 0.079 |
| CO | 4 | 4 | 2.29 | 1.76 | 2.08 ↗ |

出所：質問票回答。

蕪湖市 目標値：第 10 次 2 級、工業地区 3 級、第 11 次～12 次 2 級

| 年平均値 | 第 10 次目標値 (2005 年) | 第 11 次目標値 (2010 年) | 2002 年 | 2007 年 | 2011 年 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|---------|
| SO ₂ | 0.06 | 0.06 | 0.018 | 0.022 | 0.031 ↗ |
| TSP | 0.2 | 0.2 | 0.122 | N/A | N/A |
| NO ₂ | 0.04 | 0.04 | N/A | 0.023 | 0.03 ↗ |
| PM10 | 0.1 | 0.1 | N/A | 0.072 | 0.084 ↗ |
| CO | 4 | 4 | N/A | N/A | N/A |

出所：安徽省統計年鑑、2002 年データは天然ガス利用規則（安徽省化工設計院 2003 年 1 月）。

別添 5 大気環境汚染物質排出削減への貢献度

サブプロジェクト7市による大気環境汚染物質の削減量

(単位：トン/年)

| | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SO ₂ | 7,298 | 12,576 | 13,563 | 16,630 | 19,687 | 24,858 |
| NO _x | 4,994 | 7,403 | 9,505 | 11,056 | 12,895 | 16,294 |
| TSP | 14,270 | 18,951 | 23,717 | 27,898 | 32,523 | 41,402 |

サブプロジェクトの安徽省の排出量への貢献割合

| | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SO ₂ | N/A | N/A | N/A | 1.28% | 2.26% | 2.32% | 3.12% | 3.72% | 4.78% |
| NO _x | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 1.34% | 1.77% |
| TSP | N/A | N/A | N/A | 2.33% | 3.11% | 4.20% | 5.37% | 7.19% | N/A |

別添 6 主な財務指標

滁州市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|---------|-------|--------|
| 総資本利益率 | N/A | N/A | N/A |
| 営業利益率 | Δ198% | 4.2% | 202.2% |
| 税引き前利益率 | Δ100.1% | 4.2% | 104.3% |
| 経常収支率 | 90% | 148% | 58% |
| 自己資本率 | 17.2% | N/A | N/A |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から財務諸表の代わりに質問票に提供された財務指標。

阜陽市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|--------|--------|--------|
| 総資本利益率 | N/A | 3.0% | N/A |
| 営業利益率 | 8.1% | 6.1% | Δ2.0% |
| 税引き前利益率 | 8.1% | 6.1% | Δ2.0% |
| 経常収支率 | 128.0% | 125.5% | Δ2.5% |
| 自己資本率 | 50.7% | 28.3% | Δ30.4% |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から提供された財務諸表の2010年～2012年平均値。

合肥市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|-------|--------|--------|
| 総資本利益率 | N/A | 0.9% | N/A |
| 営業利益率 | 3.6% | 6.2% | 2.6% |
| 税引き前利益率 | 0.4% | 3.7% | 3.3% |
| 経常収支率 | 89.7% | 127.6% | 37% |
| 自己資本率 | 66.9% | 10.6% | △56.3% |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から提供された財務諸表の2010年～2012年平均値。

淮南市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|---------|-------|-----|
| 総資本利益率 | N/A | N/A | N/A |
| 営業利益率 | △106.8% | N/A | N/A |
| 税引き前利益率 | △117.3% | N/A | N/A |
| 経常収支率 | 93.5% | N/A | N/A |
| 自己資本率 | 10.4% | N/A | N/A |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から財務諸表の代わりに質問票に提供された財務指標。

馬鞍山市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|---------|--------|--------|
| 総資本利益率 | N/A | 29.4% | N/A |
| 営業利益率 | △106.8% | 26.9% | 133.7% |
| 税引き前利益率 | △117.3% | 10.9% | 128.2% |
| 経常収支率 | 93.5% | 136.9% | 43.4% |
| 自己資本率 | 10.4% | 32.4% | 22% |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から財務諸表の代わりに質問票に提供された財務指標。

銅陵市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|--------|-------|-------|
| 総資本利益率 | N/A | 14.9% | N/A |
| 営業利益率 | △6.6% | 13.4% | 20% |
| 税引き前利益率 | △4.8% | 13.3% | 18.1% |
| 経常収支率 | 101.9% | 115% | 13.1% |
| 自己資本率 | 45.4% | 42.8% | △2.6% |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から財務諸表の代わりに質問票に提供された財務指標。

蕪湖市

| | 審査時 | 事後評価時 | 差異 |
|---------|--------|-------|-------|
| 総資本利益率 | N/A | 6% | N/A |
| 営業利益率 | △81.9% | 8% | 89.9% |
| 税引き前利益率 | △42.4% | N/A | |
| 経常収支率 | 94.4% | 115% | 20.6% |
| 自己資本率 | 34.0% | 16% | △18% |

出所：審査時のデータは具体的実施者（PIU）財務分析評価報告書、事後評価時は具体的実施機関から財務諸表の代わりに質問票に提供された財務指標。

以上