

中華人民共和国

河南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。審査当時、河南省の4市のうち平頂山市、信陽市、駐馬店市の3市では、一次エネルギーにおける石炭などの化石燃料への依存度が9割を超えており、焦作市でもほぼ8割を依存している状態で、大気環境の悪化が深刻な問題になっていた。本事業は、国家プロジェクトの西気東輸¹の供給開始に合わせ、各市内の天然ガス供給施設を整備し、大気環境の改善を図ろうというもので、事業実施の妥当性は高い。初期段階で西気東輸の天然ガス供給不足の影響を受けたが、それも西気東輸の第二線の開通や他の供給源の確保により徐々に解消されている。建設された施設による天然ガスの供給や転換も進んできている。大気環境に明らかな改善はみられないが、事業では化石燃料を天然ガスに転換することによって汚染物質の削減を促進しており、大気環境改善に貢献を続けていることから、有効性・インパクトは中程度と判断される。効率性に関しては、都市計画の変更などの影響で事業が遅れ、事業費も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、財務的な問題はみられず、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高いといえる。

1. 案件の概要



西気東輸パイプラインと河南省



ゲートステーション（駐馬店市）

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。

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 80 年代以降環境汚染が進んだ。中国政府は特に 90 年代後半以降、環境保護政策を強化し一定の成果を上げたが、汚染状況は依然、深刻なレベルにあった。

審査時における大気環境は、主要な一次エネルギー源である石炭の燃焼による硫黄酸化物（SO_x）、煤塵や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。

2000 年の河南省の経済成長率は中国の平均を上回る 9.5%と高く、それに伴いエネルギー消費量も急増していた。エネルギー消費量のうち、86%²を石炭に依存していた。石炭は、工業用のみならず発電や各家庭の暖房にも広く利用されていたため、SO_x、NO_x、煤塵などによる大気汚染が進んでいた。省内 18 市のうち、本件対象の 4 市を含む 14 市は総浮遊粒子物質（TSP）が国家大気環境 2 級基準³を満たしておらず、このまま石炭依存を続けた場合には SO₂、NO_x も同基準を満たせなくなることが懸念されていた。

1.2 事業概要

河南省の 5 市（焦作市、漯河市、平頂山市、信陽市、駐馬店市）⁴において、天然ガス供給設備を整備することにより、石炭など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	19,295 百万円 / 19,174 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／河南省人民政府
貸付完了	2010 年 7 月
本体契約 （契約金額 10 億円以上）	Shashi Steel Pipe Works of Jiangnan Petroleum Administration（中国）、Beijing Xingqiao International Commercial Corporation（中国）、Beijing Meili Zhongsheng Environmental Engineering Co. LTD（中 国）

² 2001 年。

³ 大気環境基準【GB3095-1996】では、年平均値（g/m³）が、SO₂ 0.06 g/m³、NO₂ 0.04 g/m³、TSP 0.20 g/m³、PM10 0.10 g/m³、CO 4.0 g/m³ 以下が 2 級基準として定められている。

⁴ 借款契約に含まれていたのは 5 市であった。そのうち、漯河市は西気東輸の開設に合わせて工期を早める必要があったことから民間融資を受けてプロジェクトを実施することとし、円借款の使用を辞退した。そのため本事業は焦作市、平頂山市、信陽市、駐馬店市の 4 市によって実施された。

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（2002年6月）
関連事業	・円借款による都市ガス整備、排煙脱硫装置等既存施設の整備、天然ガスへの転換等クリーンエネルギー普及等の大気改善を目的とする事業 ・2001年度「太原市総合環境整備事業」、「北京市環境整備事業」 ・西気東輸事業（2003年～） ・（財）地球環境センター、大阪市による大気改善にかかわる協力（2004年）

本事業は、国家プロジェクトである西気東輸によって、中国西部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河南省の5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石炭からクリーンエネルギーである天然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、そのメインパイプラインから焦作市が供給を受け、他の4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。

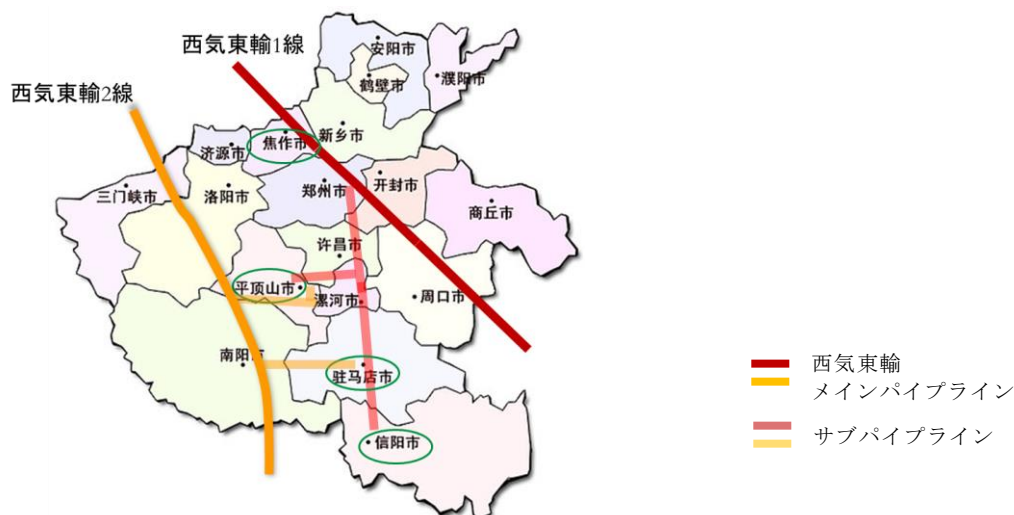


図1 天然ガスメインパイプライン（西気東輸）とサブプロジェクト位置図

円借款事業の対象は、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。

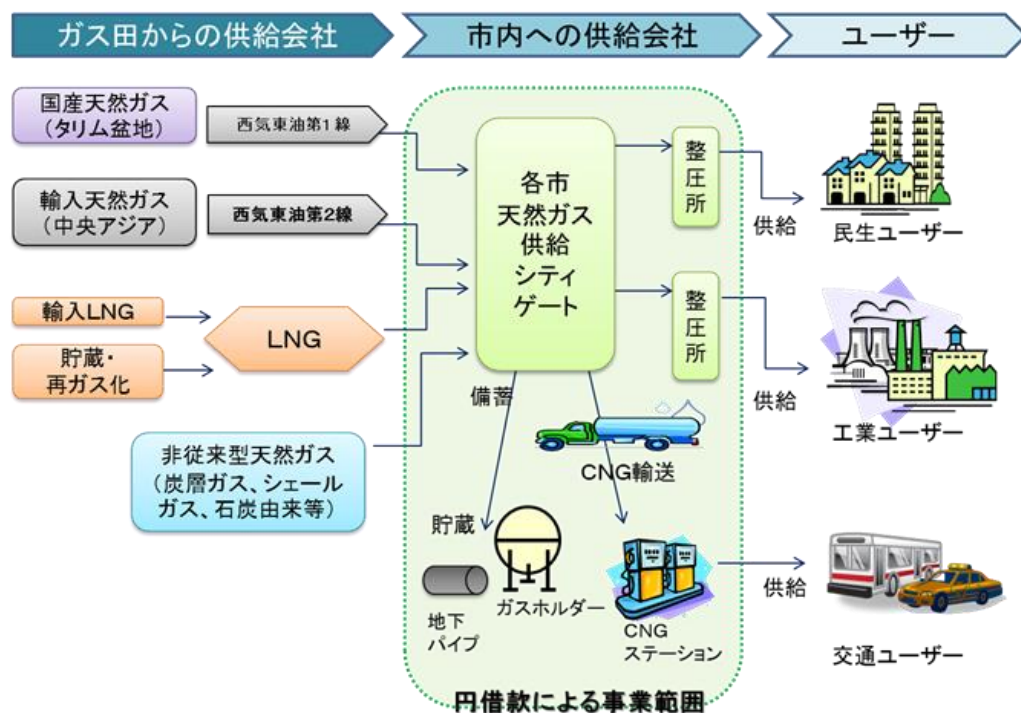


図 2 天然ガスの供給フロー

河南省において西気東輸からの天然ガス供給は、焦作市と駐馬店市で 2004 年、平頂山は 2005 年、信陽市では 2007 年からそれぞれ開始された。

西気東輸の天然ガスは、国産の天然田からのみの供給であったが、中国全土で供給量が不足したため、その不足分を補完するために国外のガス田から天然ガスが供給されることになった。それが西気東輸第二線である。これにより元からあった西気東輸のパイプラインは第一線と呼ばれるようになった。本事業の対象市では 2008 年から平頂山市、駐馬店市が、第一線からの供給に加えて、新設された第二線からも供給を受けている。

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 21 日～4 月 27 日、2013 年 7 月 29 日～7 月 30 日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果（レーティング：B⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

（1）審査時の開発政策

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 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。当初の目標は一応達成されたものの、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。

河南省政府は、河南省第 10 次環境保護計画において、大気環境改善目標を達成するため、クリーンエネルギーへの転換、クリーナープロダクションの導入、クリーンコール利用、重点汚染源の閉鎖、集中熱供給施設の普及などの施策を進めることとしていた。

（2）事後評価時の開発政策

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こととした。第 12 次五カ年計画（2011～2015 年）では、大気環境改善に向けて二酸化炭素排出量 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。

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」。

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」。

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⁷⁾に占めるエネルギー消費量の 20%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。

国家發展改革委員会は、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

河南省の実質 GDP 成長率は、審査時に 10.7%、評価時には 12.5%と二桁台の経済成長が続いており、それに伴って一次エネルギー消費量が急増している（表 1）。審査時の一次エネルギー消費量は 7,300 万トンで、2010 年までに 135%増加すると予測されていたが、実際にはその 2 倍以上の 2 億 1,438 万トンに達した（表 2）。また、表 3 の一次エネルギー消費量の内訳をみると、石炭への依存率を 85.9%から 73%へ縮小する目標が掲げられていたが、依然 80%台にある。事業開始時の 2003 年と 2012 年を比較すると、石炭依存度は民生部門で減少したが、工業部門では逆に 9%伸びている。一次エネルギーの需要増に対応するためにも、工業用石炭から発生する大気環境汚染物質を削減するためにも、天然ガスへの転換のニーズは引き続き高い。

表 1 河南省と中国（全国平均）の実質 GDP 成長率

	2000 年	2003 年	2007 年	2010 年
河南省	9.5%	10.7%	14.6%	12.5%
中国	8.6%	10.0%	14.2%	10.4%

出所：中国統計年鑑、河南省統計年鑑。

⁷⁾ 一単位の GDP をあげるために必要なエネルギー量。

表 2 河南省におけるエネルギー消費量（単位：万トン/年）

	2001 年	2003 年	2010 年	増加率
計画値	7,300	-	9,880	135%
実績値	7,300	10,595	21,438	294%

出所：計画値は JICA 提供資料、実績値は河南省からの質問票回答。

注：単位は標準炭換算。

表 3 河南省における一次エネルギー消費量の内訳

	2001 年 (審査時)	2003 年	2012 年	2003 年 /2012 年比
石炭	85.9% 民生用 N/A 工業用 N/A	86.7% 民生用 6.7% 工業用 80.0%	83% 民生用 3% 工業用 80%	全体 -3.7% 民生用 -3.7% 工業用 +9%
石油	10.1%	1.9%	3.9%	+2.0%
水力	2%	2.0%	3.8%	+1.8%
天然ガス	2%	9.4%	11.0%	+1.6%

出所：2001 年のデータは JICA 審査時資料、他は河南省政府による質問票回答。

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、産業構造、エネルギー消費構造、大気汚染の状況、天然ガスへの転換条件などの面から選考が行われた。河南省は石炭の生産地であり、審査時において石炭生産を天然ガスに切り替えることに伴う失業などの社会的コストも選定のクライテリアとして検討されており、妥当と判断される。

申請のあった 11 市から最終的に 5 市が選定された。西気東輸からの供給を受けることが事業開始の前提条件であるため、地理的条件としてメインパイプラインに近い焦作市、また、建設が確定していたサブパイプラインの周辺市が対象市になった。産業構造や大気汚染の状況もクライテリアであった。選定された 5 市のうち、焦作市、平頂山市は審査時の第二次産業の割合が 5 割を越えていた工業市で、特に、工業部門での化石燃料の使用量の急増、さらにそれによる大気環境汚染も深刻だった。審査時の主な大気環境汚染物質の濃度（SO₂、NO_x、TSP）は 2 級基準を満たしておらず、TSP 値は 3 級基準を越えるほど高い濃度を示していた。小規模の郷鎮炭鉱での採掘が行われていた平頂山市は、炭鉱の数を減らして大規模化を進めていく計画であったため、天然ガス転換にともなって石炭関連業の失業問題やその補償といった社会コストへの影響は少ないと判断されたことも理由である。

残りの信陽市、駐馬店市は農業従事者の割合が多い市であったが、徐々に都市化と工業化が進んでいた。これらの市では石炭依存度が 95%を越えていたため、同じペースで石炭依存を続けると大気環境が悪化して 2 級基準を満たせなくなることが懸念さ

れていた。このようにいずれの5市も天然ガスへの転換の優先度が高かった。

2003年3月の借款契約（Loan Agreement: L/A）締結後、選定された5市のうち漯河市が本事業の対象外となった。中止の経緯や理由については記録が残っておらず、聞き取りからも確かな情報は得られていない。事業管理者としては、状況を把握し、中止の妥当性を判断するとともに、サブプロジェクトを差し替えるなど、当初の目的達成に影響が出ないようにすることが望まれる。また、事業の中止といった重要な決定について、原因や理由を明確にした文書による報告を行うような運営・管理体制を強化する必要がある。

表4 河南省と対象市の第二次産業割合の変化

	審査時（2002年）	評価時（2011年）
河南省	46%	57%（+11%）
焦作市	56%	69%（+13%）
平頂山市	56%	70%（+14%）
信陽市	37%	43%（+6%）
駐馬店市	37%	43%（+6%）

出所：河南省政府、各サブプロジェクト質問票回答。

注：信陽市のみ審査時は2003年の数値を使用。

表5 審査時における4市の状況

	石炭使用量	石炭依存率	大気環境
焦作市	905万トン/年 (2002年)	74.5%	SO ₂ ：3級 NO _x ：2級 TSP：級外*
平頂山市	150万トン/年 (2001年)	97.6%	SO ₂ ：2級 NO _x ：2級 TSP：級外*
信陽市	155万トン/年 (2000年)	99.8%	SO ₂ ：1級 NO _x ：1級 TSP：2級
駐馬店市	187万トン/年 (2001年)	95.3%	SO ₂ ：2級 NO _x ：1級 TSP：3級

出所：河南省政府向け質問票回答、焦作市の石炭使用量と依存率はサブプロジェクト質問票回答。

*：3級基準を超える濃度。

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、本事業の実施は中国政府ならびに河南省政府の開発政策、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：②⁸）

本評価では、審査時設定のとおり、天然ガス搬送量、普及率⁹、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。目標年次は審査時に事業完成から 1 年目、2 年目、7 年目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焦作市 2012 年、平頂山市 2011 年、信陽市 2009 年、駐馬店市 2011 年となる。

3.2.1 定量的効果

（1）搬送量

4 市の一日当たりの天然ガス搬送量の合計は、目標 332 万 4,247m³に対し、121 万 2,198m³で達成度は 36%だった。各サブプロジェクトの達成度は焦作市 35%、平頂山市 73%、信陽市 6%、駐馬店市 64%で、目標を達成できたサブプロジェクトはなかった。信陽市の達成度が極端に低くなったのは、施設が完成した直後から一気に天然ガス搬送量を増やすという審査時計画にもあったと考えられる。目標値をみると、他の市は 1 年目、2 年目、7 年目と徐々に搬送量を増やしていく計画であるが、信陽市のみが、2 年目も 7 年目も同じ目標値を設定していた。実際は、2 年目の段階で計画のような急増はなかったが、完成 5 年目にあたる 2012 年には、実績値は 17 万 8,987 m³/日となり、計画比 23%に達している。

⁸ 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。

⁹ 天然ガス普及世帯/世帯数。

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	直近の実績値 (2012 年)
4 市の 合計	3,324,247	1,212,198	36%	1,761,274
焦作市	1,638,873	572,932 (2012 年)	35%	572,932
平頂山市	300,752	218,100 (2011 年)	73%	491,300
信陽市	795,123	46,646 (2009 年)	6%	178,987
駐馬店市	589,499	374,520 (2011 年)	64%	518,055

出所：目標値は JICA 審査時資料、実績値は各市質問票回答。駐馬店市は具体的実施機関質問票回答。

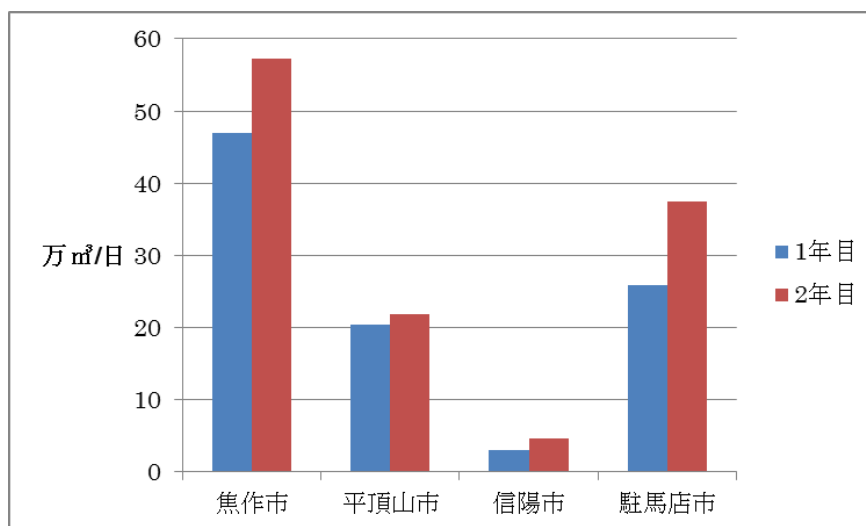


図 3 各サブプロジェクトによる天然ガス搬送量の推移

目標に到達しなかった要因は市によっても異なるが、全体としては影響の強い順に①西気東輸からサブプロジェクトへの天然ガス供給量不足、②国家政策による天然ガス供給の優先分野の設定、③天然ガス転換の改造費用負担の重さ、が挙げられる。天然ガス供給量不足が徐々に解消されていることや、2012 年の新政策によりこれまで制約のあった工業部門や交通部門が優先されることから、天然ガス利用が進むことが予想される。

① 西気東輸からサブプロジェクトへの供給量不足

天然ガスは、中国石油などの供給会社によってガス田から河南省各市のシティゲートまで搬送され、本事業により整備された設備を通じてユーザーへと供給される。本

事業は天然ガス供給網の中でいわば中継設備に相当するため、設備が有効に活用される前提として、ガス田からのメインパイプライン建設と、天然ガスの供給が必須になる¹⁰。西気東輸メインパイプラインが竣工して供給が始まった 2004 年から 2 年間は、天然ガスが国内の大都市に優先的に割り当てられ、河南省への供給は制限されていた。国内の生産量を補完するために液化天然ガス (LNG) 輸入が開始されたのが 2006 年、西気東輸第二線による供給が 2008 年に開始され、安定した供給が受けられるようになったのが 2011 年である。それまでの間は省政府からの指示で、民生部門、工業部門、交通部門では供給量の上限に合わせて天然ガス転換ユーザー数や建設計画を制限しながら事業を進めなければならなかった。この制限による計画のずれが搬送量の達成度に影響した。

・平頂山市

表 7 は天然ガスの合意供給量と実際の供給量を示したものである。平頂山市については、2005 年の実際の供給量は目標の 25% 以下で中国石油と 2001 年に交わした合意内容¹¹の供給量の半分にも届かなかった。その要因は中国国内全体で需要に対して供給が不足していたことである。2006 年から液化天然ガス (LNG) が供給されたり、2008 年ごろからは西気東輸第二線が開通して中央アジアから輸入が開始されたりして、供給不足は徐々に解消されるようになった¹²。2011 年頃には、西気東輸の第一線と第二線を合わせて安定した供給を受けられるようになり、市内での供給を拡大することができた。完成から 3 年目にあたる 2012 年には前年度から 125% 伸びて 49 万 1,300 m³/日までに達し、完成から 7 年目の目標値を達成するに至っている。

・駐馬店市

駐馬店市も、供給開始から西気東輸第一線の供給不足で制限を受けており、2 年目にあたる 2011 年に供給された天然ガス量は、意向書、目標値より少なく 7 割程度だった。以降は、第二線の開通によって、徐々に安定した供給量が受けられるようになり、具体的実施機関によれば搬送量は年間平均約 6% で伸び続けているという。このペースで伸び続けると、完成から 6 年目にあたる 2015 年には 2 年目の搬

¹⁰ 天然ガスの供給量は国家開発政策の方針、天然ガス利用政策、国内外の天然ガス供給源の確保や新パイプラインの建設計画、LNG や非従来型天然ガスなどの供給によって左右される。審査時には、本事業の実施において西気東輸のパイプラインが建設されることが前提条件であることを確認している。

¹¹ 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取り交わした意向書。

¹² 中国において一次エネルギーの需要の高まりとともに、天然ガスの需要量も急速に伸び、2007 年から需要量が生産量を上回った。その需給格差は年々広がっており、2010 年には 122 億 m³/年、2012 年には 394 億 m³ の不足が生じた。この需給ギャップは海外からの LNG や中央アジアからのパイプラインなどで補完されており、2012 年には LNG 輸入が約 203 億 m³、パイプラインによる輸入が 209 億 m³ で全体の消費量の約 30% を占める。

送量の目標値である 58 万 9,499 m³/日を超える計算となる。

表 7 平頂山市、駐馬店市の意向書¹³と実際の供給量（単位：万 m³/日）

平頂山市	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
意向書	13.0	14.0	15.1	16.5	17.2	18.3	—	—		
実際の供給量	5	11.6	17.7	17.6	19.3	20.3	21.8	49.1		
事業の目標値	—	—	—	—	—	23.3	30.3	—		
駐馬店市	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
意向書	16.0	22.0	36.0	47.0	55.0	—	—	—	—	—
実際の供給量	—	2.4	3.3	4.4	10.8	16.0	21.4	25.8	37.5	51.8
事業の目標値	—	—	—	—	—	—	—	35.0	58.0	—

出所：目標値は JICA 審査時資料、実績値は質問票回答。

・焦作市

焦作市は供給源の多様化によってある程度の供給量不足は緩和された。計画時において搬送量目標を達成するために 2010 年には約 6 億 m³/年の供給があると予測していたが、中国石油と契約した供給量は 2005 年から 2010 年まで毎年 0.47 億 m³/年に過ぎなかった。サブプロジェクトでは西気東輸からの天然ガス供給量不足を補うために、供給源を複数化して 2007 年から安彩能源社、2011 年から通豫煤気社によるメタンガスの供給を開始したが、この増分を含めても 2012 年の供給量は 1.77 億 m³/年で、需要量の 2.25 億 m³/年と比べると約 0.48 億 m³ 不足していた。

・信陽市

信陽市では、2007 年の供給開始以来、供給不足は発生しなかった¹⁴。

② 国家政策による天然ガス供給の優先分野の設定

2007 年に国家発展改革委員会によって公布された「天然ガス利用政策」では、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。西気東輸からの天然ガスの供給が不足していた市では、民生部門への供給が最優先され、工業部門への供給は制約を受けることになった。天然ガスの供給が不足していなかった市でも、工業部門への供給はエネルギーを大量消費する旧型の産業から、国家政策に基づき安定的・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した転換を並行して行っていたことより、工業部門の天然ガス転換が遅れたことが、全体の搬送量の伸びを阻害する要因となった。この影響を大きく受けたのは信陽市である。政府の産業構造政策が実施中のため工業部門の天然ガス転換がまだ中途であること、政策によって閉鎖・営業停止に

¹³ 平頂山市、駐馬店市とも中国石油との意向書に 2001 年 5 月に調印した。

¹⁴ 具体的実施機関へのヒアリング回答による。

なった企業もあることから、工業部門の転換は目標に至っていない。今後、政府による経済安定化措置として加工業や製造業での天然ガス利用が推進されることになっている。

③ 天然ガス転換にかかる改造費用負担の重さ

天然ガスに転換する改造費用の高さが阻害要因になっている場合もある。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。その費用負担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。例えば、焦作市の工業集中区付近の鋼管製造工場では、年間 4 万 m³ の天然ガスを使用する見込みであったが、天然ガス供給を受けるためには 2.5 キロメートルのパイプラインの設置に 500 万元、内部の改造に 200 万元の合計 700 万元の工費がかかるため設置をあきらめた。工業部門の天然ガス転換費用はユーザー負担で、焦作市では搬送量の計画量の 43% に該当する企業が、改造費用がかさむといった経済的な理由から転換をあきらめている¹⁵。

本評価調査で質問票調査とヒアリングを行った平頂山市、焦作市、駐馬店市の大口天然ガスユーザー7 件の転換費用は、下は 10 万元から上は 5,000 万元とばらつきがあった。5,000 万元と回答した平頂山市の企業の場合は、年間の天然ガス使用量が 2,474 万 m³ という大規模の電気コード製造会社であり、天然ガス転換によって年間の燃料費を 8,000 万元から 6,000 万元に減少させることができた。2 年半で転換にかかった費用を回収した理想的な事例である。しかし、特に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。

以上みてきた要因は、①の天然ガス供給量の不足のようにすでに解消されつつあるものもある。一方で、②の天然ガス供給の優先分野は国家計画に左右される面がある。現在のサブプロジェクトによる天然ガス搬送量見込みは第 12 次五カ年計画に基づいた計画である。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、本事業にも直接影響を及ぼす。2012 年の改訂では「優先」が 2007 年の 4 分野から 12 分野に細分化され、天然ガス発電については 2007 年の「制限」から一部を除き¹⁶、発電所建設が「許可」に分類されるなど、効率的な天然ガス利用の促進の方向性が示された。天然ガスによ

¹⁵ 焦作市具体的実施機関への質問票回答とヒアリングに基づく。

¹⁶ 天然ガス熱電併給（コジェネレーション）は「優先類」、陝西省、内モンゴル自治区、山西省、安徽省などの大型石炭基地における天然ガスベースロード型の火力（石炭層ガスの火力発電を除く）は「禁止類」となっている。

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。③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もある。

(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 4 市全体において 39%で、計画時の目標値の 62%に照らし合わせると達成度は 63%と、搬送量の達成度 36%に比べて高い。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焦作市 90%、平頂山市 25%、信陽市 20%、駐馬店市 22%で、焦作市が目標を達成し、平頂山市が目標をほぼ達成した。信陽市の目標値に対する達成度は 34%に留まったが、2012 年には 51%まで伸びてきており、完成 5 年目に 2 年目の目標値にほぼ到達した。駐馬店市は目標値の 30%以下だった。信陽市、駐馬店市は事業の対象としていた地域が農村部であったため、後述するような農村部ならではの問題があり、また、駐馬店市では、2002 年から 2011 年の間に都市人口は 92 万人から約 3 倍の 280 万人に増加した一方、急激な都市化に天然ガスを含めた都市基盤整備が追いついていないことが原因である。とはいえ、駐馬店市の 2012 年の普及率は 27%と前年度から 20%を超える成長率を示した。

表 8 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 (2012 年)
4 市の 平均	62%	39%	63%	52%
焦作市	76%	90% (2012 年)	118%	90%
平頂山市	31%	25% (2011 年)	82%	41%
信陽市	59%	20% (2009 年)	34%	51%
駐馬店市	81%	22% (2011 年)	27%	27%

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。焦作市や信陽市のように、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農村など住民が分散して居住する地域への天然ガスの敷設対費用効率が低く、末端のパイプライン建設が進みにくいこと、②天然ガスは開通したもの、引き続き他の燃料が使われていること、③実際の需要と普及率とのかい離：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るが、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 農村部への敷設費用

信陽市と駐馬店市は、第一次産業の割合が 25%を越える農業市である。信陽市は 8 県、駐馬店市は 1 市 9 県が円借款の対象地域で、県部へのパイプライン敷設と天然ガス普及が課題となった。県の中心から離れた農村では住民が都市部に比べて分散して居住しているため、ガス供給会社またはデベロッパーの資金を用いて、円借款で設置した施設から先の長い距離のパイプラインを敷設しなければならない。敷設のための先行投資が高額すぎるために建設が先送りされている場合も多い。

河南省では、都市化をはかる一方で「新農村建設」と称する農村回帰を目指したプロジェクトも実施中で、人口 10 万人以下を目安とした都市を建設し、農業の振興と分散して居住していた農民の集約化が進められている。このプロジェクトによって、天然ガスパイプラインの敷設工事もより効率的に進められる見込みである¹⁷。

② 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、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留まっているのが現状である。また、燃料費節約のため、農作業の廃棄物であるわらが燃料として引き続き使用されていることもある。

③ 人口統計と居住実態の差

表 9 に示すとおり、特に信陽市と駐馬店市では、実際の人口と居住実態の差が大きい（表中ハイライト部分参照）。家庭で天然ガスの利用が可能になっていても、実際に人が住んでいないために使用していないケースが多く発生している。このため、数字上、天然ガス搬送量の実績が普及率の達成度に比例していない。統計は都市部人口も含めた数値で、出稼ぎにでる農民が多く居住している県部ではこれより高い数値になる。具体的実施機関に対するヒアリングによれば、どちらの市も 3 割程度が不在という回答であった。

¹⁷ 信陽市、駐馬店市の具体的実施機関へのヒアリングより。

表 9 河南省の不在者人口の比率¹⁸ (単位：千人)

	総人口	常住人口	不在率
河南省	10543	9404	10.8%
焦作市	365.78	352	3.8%
平頂山市	534.66	492.91	7.8%
信陽市	855.21	639.78	25.2%
駐馬店市	891.65	693.67	22.2%

出所：河南省、各市の国民経済和社会発展統計公報 2012 年版。

以上のように、国産天然ガスの供給が不足していた中においても、民生部門は最優先とされ、その結果として 1 市で普及率目標を達成、1 市でほぼ達成となった。目標が達成されなかった駐馬店市においては円借款による市内のパイプライン整備は完了しており、そこから延びる各戸と接続するパイプラインの建設が進めば供給できる体制にある。つまり、今後は、道路や水道、電気といった都市整備が完成し住める状態に至るかどうかにかかっている。

(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¹⁹。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²⁰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 10 に示すとおり、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 : 48%、NO_x : 53%、TSP : 59% だった。目標値に対して実績が上回ったのは平頂山市で、全ての主要汚染物質について目標を達成している。焦作市と駐馬店市は 50~70% 程度、信陽市は計画比 10% 以下に留まった。

信陽市は普及率、つまり、民生部門への普及は順調に伸ばすことができたが、削減量については、単位当たりの主要汚染物質排出量の大きな工業部門の転換が遅れていることによって伸び悩んだ。具体的実施機関は、今後、工業部門の顧客獲得に力を入れていく計画である。

¹⁸ 不在人口の統計がなかったため、総人口（戸籍上の人口）から常住人口（実際に居住している人口）を引いた人口を不在分としている。

¹⁹ 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。

²⁰ 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 10 主要汚染物質削減量

4 市	目標値 (2 年目)	実績値 (2 年目)	計画比
SO ₂ 排出削減量 (トン/年)	63,360	30,205	48%
NO _x 排出削減量 (トン/年)	13,898 *	7,412	53%
TSP 排出削減量 (トン/年)	29,996	17,691	59%

*：信陽市の具体的実施機関のヒアリングで NO_x 目標値の誤りに
ついて訂正があったため、修正した数値を目標値とした。

焦作市	目標値 (2 年目)	実績値 (2012 年)	計画比	直近の実績値 (2012 年)
SO ₂ 排出削減量 (トン/年)	45,152	21,923	49%	21,923
NO _x 排出削減量 (トン/年)	3,256	2,065	63%	2,065
TSP 排出削減量 (トン/年)	14,300	13,403	49%	13,403

平頂山市	目標値 (2 年目)	実績値 (2011 年)	計画比	直近の実績値 (2011 年)
SO ₂ 排出削減量 (トン/年)	3,510	3,914	112%	3,914
NO _x 排出削減量 (トン/年)	1,160	1,462	126%	1,462
TSP 排出削減量 (トン/年)	4,860	7,244	149%	7,244

**：具体的実施機関により提供された直近の実績値は 2011 年の実績値。

信陽市	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 (トン/年)	7,230	478	7%	1,522
NO _x 排出削減量 (トン/年)	4,410**	293	7%	932
TSP 排出削減量 (トン/年)	6,000	298	5%	951

***：信陽市の NO_x 目標値は、審査資料では 280 トン/年であったが、具体的実施
機関のヒアリングで目標値の誤りについて訂正があったため、訂正された目標値
との比較とした。

駐馬店市	目標値 (2 年目)	実績値 (2011 年)	計画比	直近の実績値 (2012 年)
SO ₂ 排出削減量 (トン/年)	7,468	3,889	52%	5,830
NO _x 排出削減量 (トン/年)	5,072	3,592	71%	5,391
TSP 排出削減量 (トン/年)	4,836	3,193	66%	4,795

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違いため、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でとられた。これが、石炭使用量を削減して事業の効果²¹を促進する要因となった。

表 11 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
焦作市 154 万トン (2012 年)	2005 年から市内中心部の石炭ボイラーや飲食店の汚染物質排出制限と違反に罰金を課した。 - 汚染物質排出工場の閉鎖、移転、生産品目の変更、汚染対策を一体化させた取り締まりを実施した。	市内中心部のボイラーや飲食店が天然ガスへ転換をする場合、その優遇策として、汚染物質排出量罰金が割引された。
平頂山市 3.5 万トン (2012 年)	- 市内中心部の石炭ボイラーの使用に対する取り締まりが行われた。 - 企業については、【中華人民共和国大気汚染防止対処法】第 48 条により、事業者が排出する汚染物質排出量が基準を上回った場合には県級以上の政府の環境保護行政主管部間が一万元以上 10 万元以下の罰金を課した。	なし。
信陽市 2.31 万トン (2012 年)	汚染企業に対する期限付きの是正と取り締まりが行われ、基準に達しない場合には水や電気の使用停止と営業取り消しの措置が取られた。	天然ガスへの転換を含んだクリーンエネルギーや省エネなどの技術更新プロジェクトへの参加企業は発展改革委員会に申請したうえで、特別資金援助を受けることが

²¹ 削減した石炭の量は、各サブプロジェクトへの質問票回答による数値。

	・ 汚染物質排出削減目標に基づき、毎月、環境保全当局が巡視と査定を行い、最終的な生産停止、営業停止を決定した。汚染物質排出については、「十五小」²²により金属加工業以外の企業に適用されることとなり、市内の10社あまりが操業停止の措置を受けた。 ・ 「新五小」²³により小規模発電機や小型石炭ボイラーも取り締まり・閉鎖の対象とされた。 ・ 新規事業の建設許可において、設計、施工、稼働時の環境アセスメントについて検査が強化され、環境保全基準に達しない建設プロジェクトは許可が否決されている。	できる。
駐馬店市 N/A	・ 省政府から下達された省エネルギー・排出削減指標による大気汚染物質の排出基準に達していない企業に対して、市が操業停止、是正の命令をした。	なし。



図4 石炭ボイラー設備（信陽市内）



図5 火力発電所（信陽市内）

²² 信陽市の通達文書「環境汚染物質排出総量削減法案」（2010年）。汚染源に対する具体的な改善命令や措置が記載されている。

²³ 同上の通達文書、環境汚染物質削減のための改善命令や措置について、小規模事業者も対象に加えられた。

② 大規模汚染源の天然ガス転換

大規模な固定汚染物質の排出源となっている工場などが、石炭から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。平頂山市と信陽市では、化石燃料を大量に使用する汚染源が石炭から天然ガスに転換することにより、汚染物質の排出削減に貢献した。平頂山市では、「中国平煤神集团帘布公司」のボイラー、「河北鋼鉄集团舞鋼公司」の加熱炉の転換により SO₂ と NO_x を削減した。信陽市では、「蜀山高盛磁器有限公司」の磁器炉が強制措置により天然ガスに転換され、SO₂、NO_x の排出量が削減された。

省政府へのヒアリングでは、火力発電所も汚染源として挙げられている。河南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。審査時 2002 年と 2012 年を比較すると、発電所のない信陽市以外の 3 市において、火力発電所の数は倍増している。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は大きいということである。ただし、発電所の天然ガス転換は、「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（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、河南省全体においては 2008 年から 2012 年までの間に石炭ガスは天然ガスよりも 0.1～0.4 元安い価格であったが、2013 年には同額となった。平頂山市では、石炭ガスと天然ガスの価格は 2013 年に同額になったが、それ以前は石炭ガスが 0.1～0.19 元安価であった。石炭の価格は天然ガスよりはるかに安価で、河南省の工業部門との価格比較では、石炭は天然ガスの 3 分の 1 以下、信陽市の工業価格との比較では 10 分の 1 の価格²⁴であった。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が、天然ガスへの転換のための設備導入や改造費用に加え、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。

²⁴ 「天然ガス転換計画試算表 2002 年 8 月」による安徽省蕪湖市回答データ。

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。審査時に設定された指標は大気汚染物質（SO₂/ NO₂ / TSP/ PM10/CO）濃度で、大気環境 2 級基準を満たしていたのは信陽市のみだった。評価時においても信陽市を除き、焦作市は NO₂ 以外の全ての値、平頂山市は NO₂、駐馬店市は TSP の濃度が目標の 2 級基準を満たしていない（別添 4 参照）。

河南省全体の大気汚染物質の排出量をみると、SO₂ は 2006 年をピークに減り始め 2009 年からは横ばい傾向にある一方で、NO_x は増加しつづけている。逆に TSP は 2006 年以降大幅に減少している。このように物質によって排出量の状況は異なるものの、

河南省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、SO₂ が 1.99%、NO_x が 0.46%、TSP が 2.55%と政策目標と照らし合わせてみても小さくはなく、大気環境の改善に寄与しているといえる（別添 5 参照）。

表 12 河南省全体の主な大気環境汚染物質の排出量

（単位：トン/年）

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
SO ₂	937,230	1,038,928	1,256,011	1,624,530	1,624,383
NO _x	N/A	N/A	N/A	N/A	1,043,248
TSP	1,364,944	1,392,868	1,487,181	1,632,765	1,360,578
	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
SO ₂	1,563,900	1,452,001	1,355,001	1,338,701	1,370,504
NO _x	1,103,447	1,126,716	1,193,067	1,212,395	1,665,363
TSP	1,127,567	900,259	846,154	773,484	668,216

出所：河南省政府への質問票回答（第二次現地調査）。

大気環境の改善が進まない要因は、人口増加や経済成長に伴う石炭使用量の増加や自動車保有台数の増加などによる影響と考えられる。

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（表中ハイライト部分参照）。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伴って石炭使用量が火力発電所と大規模工場で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 13 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 1,282 m ³	0.77	2.6	0
天然ガス 537 m 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 一次エネルギー別の使用量

各サブプロジェクト実施市について、2005 年と 2011 年のエネルギー使用量を比較した。表 14 からは 2005 年から一次エネルギー需要は平頂山以外の 3 市で増加していることがわかる。民生部門での石炭使用は焦作市以外で減少しているが、工業用は増加しており、全体の石炭の使用量は増加傾向にある。

表 14 一次エネルギー燃料の使用量比（2005 年対 2011 年）

	一次エネルギー	石炭			天然ガス	ガソリン	石炭ガス
		全体量	うち民生	うち工業			
河南省	158%	96%	49%	100%	113%	N/A	N/A
焦作市	132%	141%	141%	141%	818%	115%	N/A
平頂山市	93%	228%	57%	230%	408%	148%	193%
信陽市	115%	107%	N/A	107%	156%	N/A	N/A
駐馬店市	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

出所：質問票回答。

② 自動車保有台数

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いる。平頂山市は 2002 年の 10.9 万台から、2011 年には 40 万台と 369%増加した。信陽市は 2006 年から 2011 年の間に 29.9 万台から 90.2 万台へと 3 倍以上になった。自動車の排気ガスは特に NO₂ の排出量が高いため、平頂山市の NO₂ 濃度に影響があったと考えられる。全台数のうちディーゼル車²⁵が 74.2%を占めていることも影響している（表 16 参照）²⁶。平頂山市と信陽市では、自動車が天然ガス転換も行われているが、転換した車両はタクシーやバスといった公共交通がほとんどで

²⁵ 中国自動車汚染防止対策年報（2010 年度）によると、中国全土の NO_x 排出量は 529.8 万トンで、燃料別でみるとガソリン車が 204.2 万トン（38.6%）、ディーゼル車 315.9 万トン（59.6%）天然ガス 9.7 万トン（1.8%）と、ディーゼル車両による排出量が約 6 割を占めている。

²⁶ 具体的実施機関へのヒアリングによると、公共交通用の車両を優先的に天然ガス化しており、輸送用の車両の天然ガス化は遅れている。

27、全車両に対する台数の割合は全体の台数比でそれぞれ 0.6%、2.77%と少ないため、大気環境改善効果は微少である。

表 15 各市における自動車保有台数

(単位：万台)

	焦作市	平頂山	信陽市	駐馬店
2002 年	43.3	10.9	29.9	N/A
2011 年	61.8	40.0	90.2	11.7
増加率	143%	369%	302%	

出所：各市質問票回答。

注：信陽市は 2002 年のデータがないため、2006 年の数値を代用した。

表 16 燃料の種類と車両台数の内訳 (単位：万台)

平頂山市	ガソリン車	ディーゼル車	天然ガス車	台数合計
2002 年 台数	2.80	8.05	0	10.85
割合	25.8%	74.2%	0%	—
2011 年 台数	10.13	29.67	0.21	40.01
割合	25.3%	74.2%	0.6%	—

出所：平頂山市質問票回答。

信陽市	ガソリン車	ディーゼル車	天然ガス車	台数合計
2006 年 台数	26.6	3.2	0.1	29.9
割合	88.96%	10.70%	0.33%	—
2011 年 台数	78.3	9.4	2.5	90.2
割合	86.81%	10.42%	2.77%	—

出所：信陽市質問票回答。

3.3.1.2 住民の大気改善に対する認識

本事業の定性的な効果を確認するため、焦作市、平頂山市、駐馬店市において、石炭から天然ガスに転換した大口工業ユーザー付近の団地の各市住民 25 人を対象に、天然ガス転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て、質問票調査を実施した。その結果は以下のとおり。

(1) 天然ガス利用状況

天然ガスへの転換理由については、他エネルギーと比較して「天然ガスの方が便利」と利便性を挙げた回答者が 87%、次いで「大気環境によい」76%、「天然ガスの方が、料金が安い」57%であった。回答者のうち 95%の世帯が調理器具、83%が給湯設備で利用しており、天然ガスを利用してから、96%が「利便性がよくなった」、72%が「器具²⁸の使用時間が短くなった」と回答している。コスト面では 71%が「利用料金が天然ガスの方が安い」と回答した。また、天然ガスを使用してから健康面で 80%、環境面で 88%が改善したと回答している。

²⁷ 具体的実施機関へのヒアリング。

²⁸ 調理、設備、暖房などの用途で使用している器具全般。

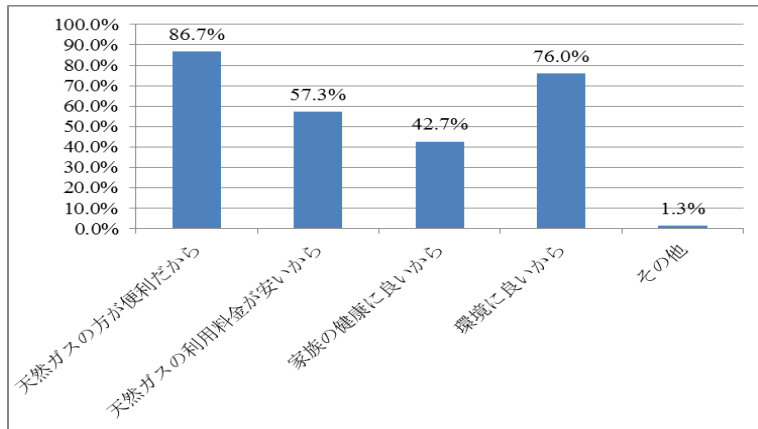


図 6 天然ガスに転換した理由

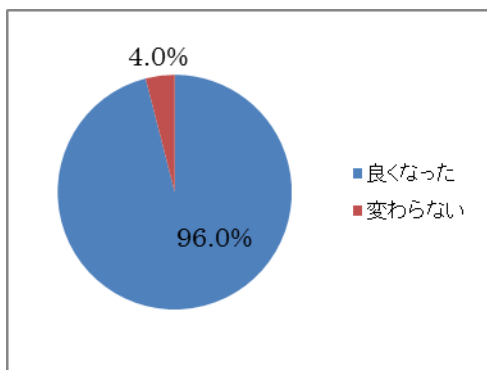


図 4 天然ガスの転換による利便性の変化

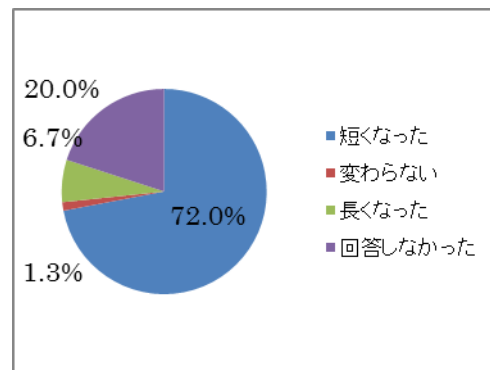


図 8 天然ガス転換による器具の使用時間

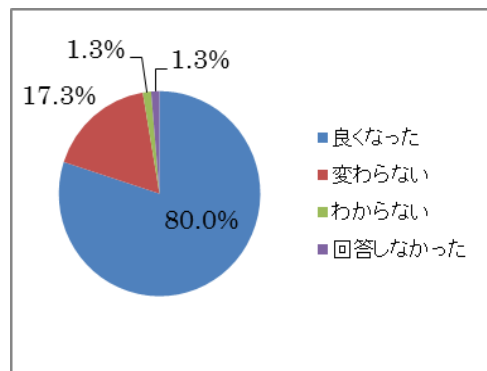


図 9 天然ガス転換による健康状態の変化

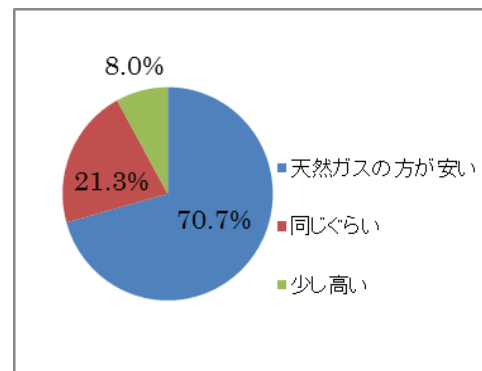


図 10 天然ガス転換による一次エネルギー使用料金の変化

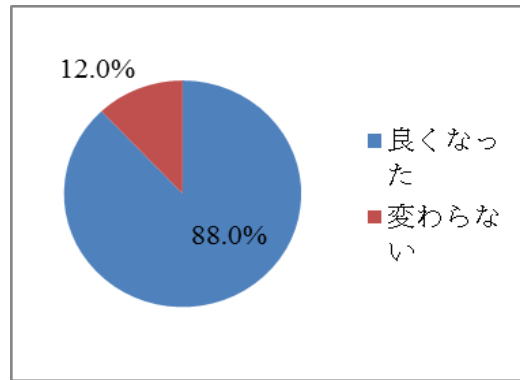


図 11 天然ガス利用による環境の変化

(2) 大気改善に対する認識

10 年前と比較して、大気環境が「かなり改善された」、「ある程度改善された」と回答したものは 89% だった。回答理由として石炭から天然ガスへの転換による影響があげられている。

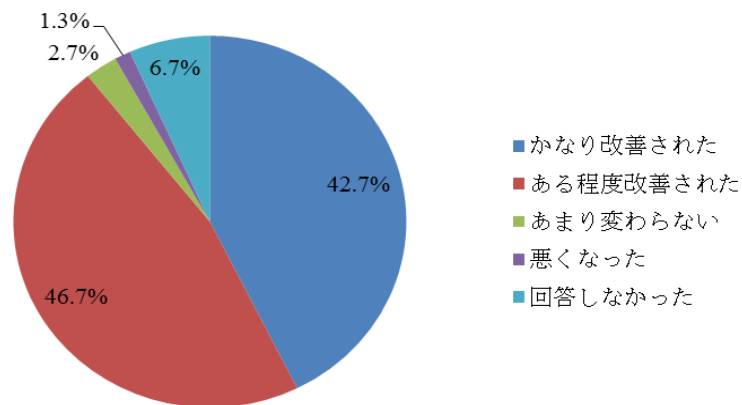


図 12 10 年前と今の大気環境の比較

(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ってアクセスや使用器具などの利便性が「かなり便利になった」、「ある程度便利になった」と回答したものは 93.4% にのぼった。その理由として、天然ガスが室内に直接引き入れられたことで液化石油ガス (LPG) のボンベ交換がなくなった、ガス事故や中毒がなくなったこと、また燃料の供給不足がなくなったことがあげられた。

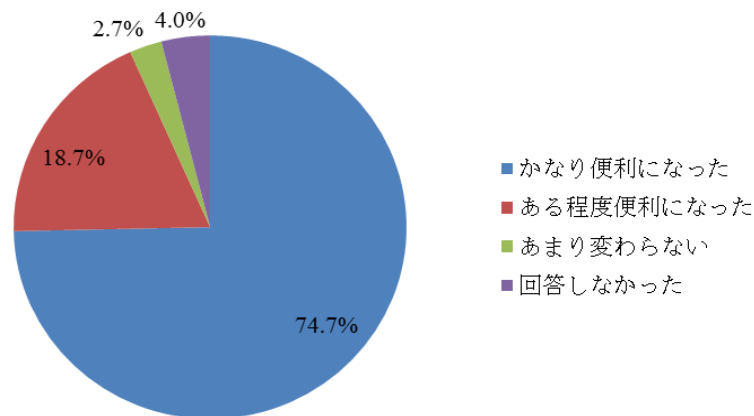


図 13 10 年前と今の生活環境の比較

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ことが確認された。

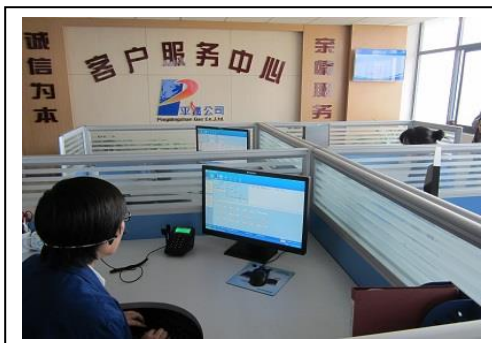


図 14 カスタマーセンター（平頂山市）



図 15 大口ユーザー設備（焦作市）

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 工業用ユーザーの経済的インパクト

協力が得られた焦作市、平頂山市、駐馬店市の大口天然ガス工業ユーザー7企業に対し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。天然ガスへは重油、石炭、石炭ガスからの転換で、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、70%が価格の安さを挙げている。天然ガス転換にかかった費用は、10 万元から 5,000 万元とまちまちであるが、5,000 万元費用がかかった企業が回収に 2.5 年を要した以外、ほぼ全ての企業が 1 年で改造費用を回収できている。天然ガス導入前と後の費用については 4 社から回答があ

った。そのうち2社は、重油と石炭からの転換で燃料費が25%、30%削減された。無煙炭からの転換をした企業は、15%の燃料費増であるがメンテナンスコストは95%減になった。石炭ボイラーのスチームからの転換をした企業では、費用が40%増でメンテナンスコストも30%増となった。このように、費用の面では必ずしも全ての企業にとって削減効果があるとはいえない。環境面においては、全ての企業で主要な汚染物質の削減に貢献しているという回答で、環境面の効果は高い。ただ、サンプル数が少なく、また天然ガスの使用量も7万~1.5億m³/年といった大企業ばかりであることから本事業の工業ユーザーを代表するデータとはいえない点に留意が必要である。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

本事業による用地取得は、4市合計で計画の55.9ヘクタールから78.58ヘクタール（計画比140%）へと増えた。取得金額は計画の152.3万元から210.93万元（計画比138%）へと増えた。取得面積・金額ともに信陽市は東部が河に囲まれた地形で、橋、鉄道などが複雑に配置されており、それらを避けた設備設置が必要となったため、計画の約4倍の面積を必要としたことが原因である。取得前の用途が遊休地などであった土地は計画より安価に取得できたが、駐馬店市は都市開発計画によって建設地が決められた結果、農業用地を取得することになった。農作物への補償も含んだ金額となり計画の約2倍の費用がかかった。

取得方法はいずれのサブプロジェクトも建設用地選定を行った後、市政府の建設部門に申請し、その後、市政府、サブプロジェクトが土地を所有する地方政府と調整を行う方法がとられた。市政府による審査や調整はスムーズに進んだが、焦作のみ、郷・鎮・村との調整に時間がかかり、工期に遅れをきたした。取得面積は計画の三分の一程度であった。費用はヘクタールあたり2.1万元の計画であったが、土地価格について地元政府との交渉が難航して最終的にはヘクタールあたり8.6万元かかることとなった。4市全てにおいて移転は生じていない。

表 17 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 (万円)	取得前の 主な用途	取得面積	金額(万円)	移転・補償 の有無
4 市合計	55.9hr	152.3	—	78.58	210.93	—
焦作	6.7hr	13.79	建設用地	2.33 hr	20.36	なし
平頂山	2.9hr	50.4	行政用地	3.48hr	31.56	なし
信陽	9.9hr	27.01	遊休地	36.37hr	27.01	なし
駐馬店	36.4hr	61.1	農業用地	36.4hr	132	農作物への補償

出所：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。

以上のとおり、天然ガスの供給状況や各市政府による天然ガスへの転換優遇措置や強制措置の状況によって、サブプロジェクトの達成度にバラつきが出た。4 市全体では天然ガス搬送量は計画の 36%である一方、普及率については政府が民生部門を優先して転換した結果、計画比 63%になった。汚染物質削減量の達成度は 53%（SO₂48%、NO_x53%、TSP57%）であり、天然ガスへ転換することで大気環境の改善に寄与している。このように本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは中程度である。

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 5 市から 4 市になったことを除き、ほぼ計画通りに実施された。

表 18 アウトプット一覧表

	計画	実績
焦作市	供給地域：5 地域 ゲートステーション 4 カ所 パイプライン 454.88km （高圧管 60.34km、中圧管 394.54km） ガスホルダー9 基 SCADA5 基	ほぼ、計画通り。 貯蔵方法の変更により、ガスホルダーの建設はとりやめた。

漯河市	供給地域：2 地域 ゲートステーション 1 カ所 パイプライン 166.15km（中圧管 93.6km、低圧管 72.55km） ガスホルダー2 基 SCADA1 基 天然ガススタンド 4 カ所	中止。
平頂山市	供給地域：4 地域 ゲートステーション 2 カ所 パイプライン 910.51km（高圧管 133.26km、中圧管 177.25km、低圧管 600km） SCADA1 基	計画通り。
信陽市	供給地域：8 地域 ゲートステーション 10 カ所 パイプライン 1,346.6km（高圧管 317.6km、中圧管 451km、低圧管 578km） ガスホルダー15 基 SCADA1 基 天然ガススタンド 33 カ所	ほぼ、計画通り。 貯蔵方法の変更により、ガスホルダーの建設はとりやめた。
駐馬店市	供給地域：10 地域 ゲートステーション 10 カ所 パイプライン 1,398.25km（高圧管 293.6km、中圧管 984.4km、低圧管 120.25km） ガスホルダー3 基 SCADA2 基	ほぼ、計画通り。 貯蔵方法の変更により、ガスホルダーの建設はとりやめた。

焦作市、信陽市、駐馬店市のサブプロジェクトで貯蔵方法が変更になった。審査時は球形のガスホルダーを建設することを計画していたが、導管での備蓄に切り替えて建設を取りやめた。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。



図 16 SCADA（平頂山）



図 17 ゲートステーション内配管（焦作）

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

総事業費は 36,388 百万円（うち円借款部分 19,295 百万円）を計画していた。漯河市の事業費を差し引いた総事業費 34,834 百万円（うち円借款部分 18,524 百万円）に対し、実績は 35,367 百万円（うち円借款部分 19,174 百万円）で、計画比 102% だった。

サブプロジェクトのうち、計画を 10%以上上回ったのは焦作市だけだった（詳細は別添 1 参照）。元々パイプラインの建設が計画されていた南部に新技術開発区の建設が決定されたため、その地域を避けたパイプライン建設計画に変更する必要が生じた。この建設計画の変更によって、結果的に天然ガスの供給は西気東輸のメインパイプラインから受けることとなり、ガス圧やルート変更に伴う設備・資材を調達しなければならなかったことが計画を上回った理由である。

3.4.2.2 事業期間

本事業の期間は 2003 年 3 月～2008 年 12 月（72 カ月）に対して、実際は 2003 年 3 月～2010 年 12 月（96 カ月／計画比 133%）と、計画を上回った。各市の実績は、焦作市（96 カ月／計画比 133%）、平頂山市（84 カ月／計画比 175%）、信陽市（60 カ月／計画比 125%）、駐馬店市（84 カ月／計画比 175%）だった（詳細は別添 2 参照）。

計画を大幅に上回った平頂山市では、公共事業実施に必要とされる事業実施地政府との間で営業許可契約が一部の県区で滞り、工事の竣工が遅れたことが原因である。駐馬店市では、2004 年から 2006 年にかけて西気東輸の供給量割り当てが計画より少なかったため、市内を優先させて、施設の建設も市中心部から行った。その分、県部の工事が遅れることとなり事業全体の進捗に遅れが生じた。

計画をやや上回った焦作市と信陽市の遅延の理由は次の通りである。焦作市では、FS 承認後に市街地の都市計画に変更があったため、メインパイプライン天然ガスを引き入れる高圧管やゲートステーションの建設場所が変更になり、遅延が発生した。信陽市は、市内東部が河に囲まれた地形で、橋、鉄道などが複雑に配置されており、それらを避けて工事を進めなければならず、計画よりも時間を要したことが主な原因である。また雨量の多い地域であるため施工に追加的な補強を行わなければならない、実際にはフィージビリティ・スタディより難易度の高い工事となったことも、建設の進度に影響を与えた。

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）は、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、維持管理費用として計算された。評価時に同様の方法で再計算した結果は下表のとおりである。平頂山市、信陽市、駐馬店市はプラス

の値であったが、焦作市はマイナスになった。天然ガスの販売量が見込みより低かったことが要因である。

表 19 財務的内部収益率

	審査時	評価時
焦作市	4.5%	マイナス
平頂山市	5.0%	7.0%
信陽市	3.4%	3.3%
駐馬店市	3.8%	3.6%

出所：審査時の値は JICA 審査時資料を参照、
評価時は質問票の回答から評価者が再計算をした。

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、重要事項の意志決定をする指導グループと事務局として円借款項目監理弁公室が設置された。評価時には、本事業に係わる資金の返済、管理運営の監督は河南省财政厅金融処が担っている。具体的実施機関の指導監督は、各市の发展改革委員会、環境に関する監督は省環境保護庁と各市環境保護局が行っている。定期的・不定期的にサブプロジェクトの訪問監督指導も行われており、監督機関の体制に問題はない。

（2）具体的実施機関

審査時から実施主体の変更はないが、3 機関が組織の名称を変更、また平頂山市は出資形態が変更された。全ての具体的実施機関が、本事業実施前から、石炭ガスや LPG などを供給していて、市街地では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。このようにガス供給事業の運営施設管理の経験があるため、転換はスムーズに行われ、ガス供給施設の事故も起きていない。

表 20 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
焦作市	焦作市燃気熱力総公司	焦作中裕燃気有限公司	焦作市の国有企業 ²⁹
平頂山市	平頂山市燃気総公司	平頂山市燃気有限責任公司	国有独占出資→市の株式保有による国有企業
信陽市	信陽市弘昌管道燃気股份有限公司	変更なし	民営株式会社
駐馬店市	中原気化股份有限公司	河南藍天集团有限公司	民営株式会社

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。施設検査や安全管理には、定期的、不定期的に建設局が訪問調査を行っており、パーツ交換といった細部までの監理の指導を行っている。安全管理については市警察による施設の保安協力、消防による防火対策指導がある。環境関連については、市環境局によるモニタリング訪問もある。省・市レベルの連携で、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。

(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とられた対策が記録されている。また、異常が

²⁹ 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にしている。

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。



図 18 ゲートステーション内保安室
(駐馬店市)



図 19 施設周囲の環境（焦作市）

3.5.3 運営・維持管理の財務

天然ガス料金は徴収体制が確立されており、徴収率もほぼ 100%であることから財務への悪影響は生じていない。末端ユーザーへの小売価格³⁰は政府の物価局が設定する統制価格に供給会社の利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交通や工業部門の収入で補填されている。

具体的事業実施機関の主な財務指標は経常収支が上昇して、安定的に経営が行われているため、財務面での持続性に問題はない（別添 6 参照）。4 市全ての具体的実施機関の自己資本率が審査時よりも大幅に低下して 20%前後になっているが、これは設備や事業への投資増によるものである。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、企業の財務指標は安定しており問題はない。

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監理が行われており、監理記録、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

³⁰ 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

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

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 20 緊急時指揮所（平頂山市）



図 21 火気厳禁を示す看板（信陽市）

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、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

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。審査当時、河南省の4市のうち平頂山市、信陽市、駐馬店市の3市では、一次エネルギーにおける石炭などの化石燃料への依存度が9割を超えており、焦作市でもほぼ8割を依存している状況で、大気環境の悪化が深刻な問題になっていた。本事業は、国家プロジェクトの西気東輸の供給開始に合わせ、各市内の天然ガス供給施設を整備し、大気環境の改善を図ろうというもので、事業実施の妥当性は高い。初期段階で西気東輸の天然ガス供給不足の影響を受けたが、それも西気東輸の第二線の開通や他の供給源の確保により徐々に解消されている。建設された施設によって天然ガスの供給や転換も進んできている。大気環境に明らかな改善はみられないが、事業では化石燃料を天然ガスに転換することによって汚染物質の削減を促進しており、大気環境改善に貢献を続けていることから、有効性・インパクトは中程度と判断される。効率性に関しては、都市計画の変更などの影響で事業が遅れ、事業費も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、財務的な問題はみられず、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への天然ガス供給量不足によって、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地域や事業者の転換を抑えなければならず、これが事業目標の達成に大きく影響した。天然ガス事業の拡大とともに供給不足は各具体的事業実施機関の課題となった。具体的事業実施機関は伸び続けている天然ガス需要に対応するため、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) 計画時に設定する事業の効果・インパクト指標について、効果をより明確に表す指標を選定することが望まれる。本事業のインパクトの指標には大気環境汚染物質の濃度が設定されていた。しかし、大気環境の変化には一次エネルギー需要、火力発電所の稼働状況、自動車台数など、多くの要素が関わるため、本事業によるインパクトがどの程度であったかという数値を厳密に導き出すことは困難である。これが大気汚染濃度ではなく、河南省全体の大気環境汚染物質排出量及び削減量と本事業による汚染物質の削減量の比較であれば、有効性の指標である汚染物質削減量との両方をモニタリングすることにより、本事業の貢献度がどの程度かを分析することが可能になる。また、河南省全体の大気環境の状況も把握することもできる。

本事業の効果指標である汚染物質削減量の計算については、対象とする化石燃料は家庭用石炭、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、輸入が本格化するまでの間、供給量不足が発生した。本事業においても供給開始から数年間は、供給制限を受けながらの実施となった。その間は、民生部門が優先され、工業部門の転換が制限されて、目標達成が計画より遅れる結果となった。しかしそれだけではなく、天然ガス供給が安定した後にも、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行われることが必要である。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した平頂山市では、その結果、工業部門転換の遅れが回復し 2012 年には天然ガス搬送量の目標値を達成した。このように、国の開発計画やエネルギー政策に大きく左右されるような事業を実施する場合には、政府が時宜を合わせて、転換促進に向けた強制措置および優遇政策を適切にとっていくことが不可欠である。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット		
焦作市	ゲートステーション 4 カ所、パイプライン 454.88km（高压管 60.34km、中压管 394.54km）、ガスホルダー 9 基	ガスホルダーは地下パイプライン内の貯蔵に変更したため、建設を取りやめた。他はほぼ計画通り。
平頂山市	ゲートステーション 2 カ所、パイプライン 910.51km（高压管 133.26km、中压管 177.25km、低压管 600km）SCADA1 基	計画通り。
信陽市	ゲートステーション 10 カ所、パイプライン 1,346.6km（高压管 317.6km、中压管 451km、低压管 578km）、ガスホルダー 15 基、SCADA1 基	ガスホルダーは地下パイプライン内の貯蔵に変更したため、建設を取りやめた。他は計画通り。
駐馬店市	ゲートステーション 10 カ所、パイプライン 1,398.25km（高压管 293.6km、中压管 984.4km、低压管 120.25km）、ガスホルダー 3 基、SCADA2 基	ガスホルダーは地下パイプライン内の貯蔵に変更したため、建設を取りやめた。他は計画通り。
②期間	2003年3月～2008年12月 (72カ月)	2003年3月～2010年12月 (96カ月)
③事業費		
外貨	19,295百万円	19,174百万円
内貨	17,093百万円	16,193百万円
	(1,140百万円)	(1,156百万円)
合計	36,388百万円	35,367百万円
うち円借款分	19,295百万円	19,174百万円
換算レート	1 元 = 15円 (2003年3月現在)	1 元 = 14.0094円 (2003年3月～2010年12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
1.焦作市	3,002	189.25	5,841	3,864	207.48	6,771	116%
2.漯河市	771	52.23	1,554	中止			
3.平頂山市	2,233	76.62	3,382	2,133	75.53	3,192	94%
4.信陽市	6,441	489.39	13,782	6,329	502.79	13,373	97%
5.駐馬店市	6,848	332.04	11,829	6,848	370	12,031	102%
5 市合計	19,295	1,139.53	36,388				97%
4 市合計	18,524	1,087.30	34,834	19,174	1,156	35,367	102%

為替レート 計画時 1 元=15 円

評価時 1 元=14.0094 円 事業期間中平均 (2003 年 3 月～2010 年 12 月)

出所：PACIFIC Exchange rate service University of British Colombia

別添 2 事業期間の計画/実績の差異

(単位：月)

	計画		実績		差異
全体	2003 年 3 月～2008 年 12 月	72	2003 年 3 月～2010 年 12 月	96	133%
1.焦作市	2003 年 3 月～2008 年 12 月	72	2003 年 3 月～2010 年 12 月	96	133%
3.平頂山市	2003 年 3 月～2006 年 12 月	48	2003 年 3 月～2009 年 12 月	84	175%
4.信陽市	2003 年 3 月～2006 年 12 月	48	2003 年 3 月～2007 年 12 月	60	125%
5.駐馬店市	2003 年 3 月～2006 年 12 月	48	2003 年 3 月～2009 年 12 月	84	175%

注：事業完成の定義は、L/A 調印から河南省政府の検収完了まで。

信陽市と駐馬店市については検収完了時期を超えて一部の工事建設が行われていたため、質問票回答の工程表に基づき、本事業の範囲とされた全ての工事が終了した月を完了とみなした。

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 (河南省) (単位：元/MKcal)

	天然ガス			石炭ガス	
	民生	工業	交通	民生	工業
2008	0.19	0.3	0.4	0.22	0.29
2009	0.23	0.3	0.4	0.22	0.29
2010	0.23	0.3	0.4	0.22	0.29
2011	0.23	0.33	0.43	0.22	0.29
2012	0.27	0.33	0.43	0.22	0.29
2013	0.27	0.33	0.43	0.22	0.33

出所：河南省質問票回答。

注：天然ガス熱量 8,400kcal/m³、石炭 7,000kcal/kg で計算。

熱量当たりの都市ガス価格の比較（平頂山市）
（単位：元/MKcal）

	天然ガス			石炭ガス	
	民生	工業	交通	民生	工業
2005		0.2		0.19	0.19
2006	0.25	0.22		0.19	0.19
2007	0.22	0.23		0.19	0.19
2008	0.22	0.27	0.38	0.19	0.19
2009	0.22	0.27	0.37	0.21	0.24
2010	0.23	0.3	0.4	0.26	0.33
2011	0.24	0.32	0.39	0.26	0.33
2012	0.26	0.32	0.37	0.26	0.33
2013	0.26	0.33	0.42	0.26	0.33

出所：平頂山市質問票回答。

注：天然ガス熱量 8,400kcal/m³，石炭 7,000kcal/kg で計算。

熱量当たりの都市ガス価格の比較（信陽市）
（単位：元/MKcal）

	天然ガス			LPG
	民生	工業	交通	民生
2007	0.637	0.637	0.721	0.978
2008	0.637	0.637	0.721	1.142
2009	0.637	0.637	0.721	1.195
2010	0.637	0.748	0.79	1.254
2011	0.637	0.748	0.79	1.33
2012	0.637	0.748	0.79	1.413

出所：信陽市質問票回答。

注：天然ガス熱量 8,400kcal/m³，石炭 7,000kcal/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)

1. 焦作市

観測所平均値 2 級基準

年平均値 (mg/ m ³)	第 10 次目標値 (2005 年)	第 11 次目標値 (2010 年)	2002 年	2005 年	2010 年
SO ₂	0.06	0.06	0.047	0.042	0.064 [↑]
TSP	0.2	0.2	0.478	0.43	0.4
NO ₂	0.04	0.04	0.046	0.042	0.031
PM10	0.1	0.1	5.0	5.0	5.0
CO	4	4	6	5	6

出所：焦作市質問票回答。

3. 平頂山市 市区建設路市科技局付近観測所

目標値：第 10 次～第 12 次 2 級基準

年平均値 (mg/ m ³)	第 10 次目標値 (2005 年)	第 11 次目標値 (2010 年)	2002 年	2005 年	2011 年
SO ₂	0.06	0.06	0.054	0.067 [↑]	0.059 [↑]
TSP	0.2	0.2	0.191	0.147	0.094
NO ₂	0.04	0.04	0.042	0.043 [↑]	0.042
PM10	0.1	0.1	0.191	0.147	0.094
CO	4	4	N/A	N/A	N/A

出所：平頂山市質問票回答。

4. 信陽市 信陽市平橋環境大気観測所

目標値：第 10 次 2 級、第 11 次～第 12 次 2 級基準

年平均値 (mg/ m ³)	第 10 次目標値 (2005 年)	第 11 次目標値 (2010 年)	2000 年	2007 年	2011 年
SO ₂	0.06	0.06	0.02	0.028 [↑]	0.03 [↑]
TSP	0.2	0.2	0.08	N/A	N/A
NO ₂	0.04	0.04	N/A	0.018	0.018
PM10	0.1	0.1	N/A	0.073	0.098 [↑]
CO	4	4	N/A	N/A	N/A

出所：信陽市質問票回答、2002 年データがないため、河南省政府による質問票回答による 2001 年の大気状態の等級（SO₂ 一級、TSP2 級の数値を代用する。）

5. 駐馬店市 彩印観測所（市国電有限公司から南に 15km）

目標値：第 10 次 2 級

年平均値 (mg/ m ³)	第 10 次目標値 (2005 年)	第 11 次目標値 (2010 年)	2004 年	2005 年	2010 年
SO ₂	0.06	0.06	0.05	0.053 [↗]	0.037
TSP	0.2	0.2	N/A	N/A	N/A
NO ₂	0.04	0.04	0.033	0.037 [↗]	0.028
PM10	0.1	0.1	0.078	0.083 [↗]	0.106 [↗]
CO	4	4	N/A	N/A	N/A

出所：駐馬店市質問票回答

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 4 市による大気環境汚染物質の削減量

（単位：トン/年）

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
SO ₂	N/A	N/A	1,717	5,157	6,569	8,387	9,959	12,359	17,636	27,209
NO _x	N/A	N/A	469	983	1,345	2,192	2,416	3,128	4,432	7,626
TSP	N/A	N/A	725	1,765	2,208	3,285	4,413	5,945	9,524	17,035

サブプロジェクトの河南省の排出量への貢献割合

	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
SO ₂	N/A	N/A	0.14%	0.32%	0.40%	0.54%	0.69%	0.91%	1.32%	1.99%
NO _x	N/A	N/A	N/A	N/A	0.13%	0.20%	0.21%	0.26%	0.37%	0.46%
TSP	N/A	N/A	0.05%	0.11%	0.16%	0.29%	0.49%	0.70%	1.23%	2.55%

別添 6 財務関連の主な指標

焦作市 財務指標（2010 年～2012 年平均値）

	審査時	事後評価時	差異
総資本利益率（%）	N/A	3.4%	
営業利益率（%）	3.6%	6.8%	3.2%
税引き前利益率（%）	0.4%	8.2%	7.8%
経常収支率（%）	89.7%	128.6%	38.9%
自己資本率（%）	66.9%	19.5%	Δ47.4%

平頂山市 財務指標（2010 年～2012 年平均値）

	審査時	事後評価時	差異
総資本利益率（%）	N/A	2.2%	
営業利益率（%）	Δ0.3%	3.7%	4.0%
税引き前利益率（%）	Δ0.5%	3.6%	4.1%
経常収支率（%）	114.9%	305.4%	194.6%
自己資本率（%）	77.5%	28.3%	Δ49.2%

信陽市 財務指標（2010 年～2012 年平均値）

	審査時	事後評価時	差異
総資本利益率（%）	N/A	1.2%	
営業利益率（%）	9.7%	25.8%	16.1%
税引き前利益率（%）	9.1%	22.4%	13.3%
経常収支率（%）	173.0%	296.1%	123.1%
自己資本率（%）	65.0%	25.3%	Δ39.7%

駐馬店市 財務指標（2009 年～2011 年平均値）

	審査時	事後評価時	差異
総資本利益率（%）	N/A	1.1%	
営業利益率（%）	11.3%	4.6%	Δ6.7%
税引き前利益率（%）	14.0%	4.8%	Δ9.2%
経常収支率（%）	119.2%	135.7%	16.5%
自己資本率（%）	39.3%	18.4%	Δ20.5%

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、事後評価時には具体的実施機関から提供された財務諸表。

以上