

第2章 中国及び黒龍江省の経済・エネルギー概況

2.1 中国経済

中国は1978年に経済改革、即ち、改革・開放政策が開始されてから最近まで、年平均10%の経済成長を遂げてきた。第9次五年計画(1996~2000年)期間でも年平均8%の成長を維持しており、この高い経済成長は、今後も継続されるものと思われる。

この高成長は上記の改革・開放政策の成果である。従来の計画経済体制への市場経済原理の導入、経済権限の分権化等によって経済の活性化を図り、また、輸出振興と外資導入によって経済発展の原資を得て、高度成長を遂げてきたものである。

近々、中国はWTOへの参加も予定されており、経済の改革・開放はさらに進展するものと考えられる。

中国社会科学院の数量経済・技術経済研究所の長期見通し、表2-1「中国のGDP予測」(「21世紀中国経済大趨勢」遼寧人民出版社発行、1998年)によれば、2010年までは高度成長期で年8%以上の成長率を維持し、その後、成熟期に入り、2050年までは年4~6%の安定した成長を図っていくとしている。

2.2 中国のエネルギー事情

2.2.1 概況

中国は経済の高成長のなかで、中国のエネルギー消費量も大幅に伸びている。最近10年間のGDPの年平均伸び率10%に対し、同期間の一次エネルギー消費量の年平均伸び率は5%であった。同期間のGDPに対する一次エネルギー消費量の弾性値は0.5である。

中国は世界最大の石炭の生産・消費国であり、中国の1997年の一次エネルギー消費量は石炭が74%で、圧倒的に大きい比率を占める。今後ともこの傾向は著しくは変わらないと考えられる(表2-2)。

次いで石油が同年の一次エネルギー消費量の19%を占め、石炭と石油で93%を占める。

近年、中国の原油生産量の増産傾向は鈍化しており、石油の消費量の増加に追随できず、1993年には石油の純輸入国に転じた。

石炭、石油ともに、従来は計画経済のもとで統制物資、かつ、統一価格であったものが、市場経済化に伴い、国のマクロコントロール下にあるものの、基本的にはその取引は市場に委ねられることになった。

更に、石油は開放経済化に伴い、1998年6月から国際価格に影響を受けることとなった。

2.2.2 石炭

上述したように、中国では一次エネルギー消費量の74%が石炭である。

中国の総発電量は石炭火力が79%と主力を担っており、全石炭消費量の34%が発電用に使用されている。

工業用ボイラは石炭焚きボイラが主力であり、民生部門では、石炭ガス化による都市ガス、熱電併給による温湯暖房が急速に増加しつつある。

中国は米国、旧ソ連と並ぶ世界の3大石炭資源国であり、国内の石炭資源は1兆トンの豊富な埋蔵量が判明しており、石炭は今後とも長期にわたって中国の一次エネルギーの基幹をなすものである。

石炭中心のエネルギー消費構造を今後も長期的に継続する中国にとっては、石炭の大量消費に伴う環境問題を解決すること、すなわち、環境汚染物質の排出量を減らし、利用効率を向上させ、クリーンなエネルギーに転換して使用することが重要なエネルギー政策となっている。

そのために必要なクリーン・コール技術の開発と利用の推進が、中国の大きなエネルギー政策課題となり、強く提唱されるに至った。

1995年には「国家クリーン・コール技術推進企画指導グループ」が、国家計画委員会をリーダーに、国家科学技術委員会と国家経済貿易委員会を副リーダーに、煤炭工業部、電力工業部、国内貿易部、機械工業部、化学工業部等をメンバーに結成された。

そして1997年初めには「中国クリーン・コール技術“95計画”と2010年発展計画」が発表された。

取り上げられたクリーン・コール技術は14項目あり、ガス化複合発電、ガス化、燃料電池、などとともに液化が含まれており、石炭液化に関しては、直接液化と間接液化が重点テーマとなっている。

炭鉱の経営形態別の石炭生産量を見ると、国有企業（国有重点企業と国有地方企業）が6割、郷鎮企業が4割となっており、国有企業に生産量が比較的に集中している分野である。

国有企業では長年、エネルギー需要増を満たすために、増産、増員が行われてきた。改革・開放政策に伴う市場経済化の中、存続・発展のためには経営効率の向上が必須であり、他の産業と同様に企業改革を迫られている。

国家煤炭工業局は、これまでに、国有重点炭鉱の地方政府への移管をすでに完了し、古い国有炭鉱の合理化、不採算の郷鎮炭鉱と、合法的でない小炭鉱の整理・閉鎖を進めながら、国内石炭価格を完全自由化している。

現在、中国の一次エネルギー供給の主力である石炭産業は市場経済に適応する過程にある。

2.2.3 石油

近年の経済の高度成長の中で石油製品の消費量が伸びている。

石油の消費量を部門別に見ると、交通部門の比率が急速に増えており、今後のモータリゼーションの進展により、石油の需要は交通部門に重点が移るものと思われる。

供給面を見ると国内の最大油田の大慶油田の生産量が頭打ちとなり、新しい油田が次々と開発されているものの、中国全体の生産量としては増産傾向は鈍化し、1993年には、石油の純輸入国に転じた。石油の輸入量は年々増加している。

石油産業においても再編が行われた。従来、上流工程と下流工程で分離してそれぞれを所管していた中国石油天然ガス総公司(CNPC)と中国石油化工総公司(SINOPEC)を再編し、上流から下流まで、販売も含めて地区別に分けて所管することとなり、それぞれ、中国石油天然ガス集団公司、中国石油化工集団公司と名を替えた(英文名は変わらない)。

本調査の石炭液化工場建設想定地点である黒龍江省を含めた東北地区、及び華北地区などは CNPC の所管となった。この地区で原油の生産、精製、輸入から、石油製品販売まで一貫して所管する CNPC との協調が本プロジェクトの成立のためには必要であろう。

また、石油販売価格についても改革が行われ、1998年6月からシンガポール市場における取引価格に基づく指標価格制度が導入され、内外価格が連動することとなった。

2.2.4 中国の石炭直接液化政策

中国は国内に1兆1の豊富な石炭埋蔵量を有しており、その中には、直接液化に適した石炭の埋蔵量が2,000億tを超えることも判明している。

石炭は石油と同様、高密度な炭化水素であり、石炭直接液化技術で加工・転換することにより、灰分、硫黄分、窒素分を取り除いた、クリーンな、かつ液体の燃料にして市場で使用することができる。

中国政府は、石炭の大量消費に伴う環境汚染を防止するための石炭のクリーンエネルギー化の重要な課題として、電力、都市ガスと共に石炭直接液化による液体燃料を重視している。

一方、中国国産原油の不足の対応策として、石炭液化による石油補完の意義もあり、以上の二つの理由から、元煤炭工業部は国家計画委員会（現在の国家発展計画委員会）の以煤代油専用資金弁公室（現在の国華能源投資公司）の協力のもとに、1997年から中国国内における石炭液化事業の経済性に係るフィージビリティ調査を、日本、独国、米国の3ヶ国とそれぞれ別個に協力して行うに至った。

2.3 黒龍江省の経済・エネルギー事情

2.3.1 概要

東北地区は中国の主要な重工業地帯であり、また、エネルギー資源も豊富である。

黒龍江省は石炭、石油資源に恵まれており、中国最大の大慶油田は黒龍江省にある。

黒龍江省は1997年には標準炭換算で石油6,000万t、石炭1,700万tを省外へ移出しており、中国でも有数のエネルギー供給基地となっている。

2.3.2 黒龍江省の石炭直接液化政策

黒龍江省は、エネルギー供給基地としての地位を確保し、かつ、中国の石油不足に対する一つの対応策として、省内の石炭を利用する本石炭直接液化F/Sプロジェクトを積極的に支援している。

黒龍江省の依蘭炭が本調査の石炭直接液化の原料石炭に選ばれた理由は以下の諸点にある。

- ・依蘭炭の液化特性が優れている
- ・大慶原油の将来の生産量低下に対応する
- ・依蘭炭鉱、石炭ガス化都市ガス製造工場が近くにあり、工業インフラストラクチャーに恵まれている
- ・質の高い従業員が得易い

2.4 世界の石油の需給と価格の長期見通し

2.4.1 IEAの世界エネルギー見通し

石炭直接液化製品は主に石油の補完・代替に使用されることから、石油の将来の供給力、価格には深く係わりを持つ。

1998年版のIEA(国際エネルギー機関)のWorld Energy Outlook(世界エネルギー見通し、WEO)は、世界の石油の供給力と価格の見通しについて考察を行っているので、その要点を以下に示す。

(1) WEOの1998年版では、石油の年供給量と年需要量については2030年まで検討期間を拡げて検討している。その理由は、2010年から2030年にかけて、在来型(Conventional)石油の年供給量のピークが来る可能性があるためである。

(2) 世界の在来型石油の究極可採埋蔵量に、米国地質調査所の推定する2.3兆bblを採用すると、石油の年供給量曲線は2010~2020年の間にピークが来る。

図2-1の中に描かれた世界の液体燃料の年需要量曲線は、WEOのBAU(Business As Usual)ケースで、石油の年供給量のピーク以降、石油の需給のギャップが大きく拡がる。

(3) 世界の在来型石油の究極可採埋蔵量の悲観的見方として2兆bblを採用すると、年供給量のピークは2010年頃に来る。

楽観的見方として3兆bblを採用すると、2020年頃に年供給量のピークが来る。しかし、ピーク後の低下は緩やかである。

いずれにしても、在来型石油資源の究極可採埋蔵量を2~3兆bblの幅として見るならば、在来型の石油の年供給量は2010~2030年頃にはピークに達し、しばらくは高原型にピークを維持したとしても、その後は徐々に減退して行く。

(4) その需給のギャップを埋めるのは非在来型(Unconventional)の石油である。

非在来型石油の供給可能量が多いので、重大な供給不安を引き起こすとはないかもしれないが、しかし、膨大な資金を必要とする。

(5) IEAのいう非在来型石油には、以下の油などがある。

- (a) オイルシェール油
- (b) オイルサンド油
- (c) 石炭に由来する液状油
- (d) バイオマスに由来する液状油
- (e) ガスに由来する液状油

(6) 在来型石油の原油価格は 2010～2015 年には 17～25 \$/bbl に上昇し、2015 年以降は 25 \$/bbl に留まる、と予想される。価格は 1990 年 US \$ ベースである(表 2-3)。この価格は予測作業をした結果ではなく、以下に述べる需給シナリオの帰結として想定しているものである。

上記の在来型原油の価格 17～25 \$/bbl の根拠は、石油供給量がピークになる時期、2010～2015 年は、非在来型石油が必要とされ、本格的に生産され始める時期であり、その頃の非在来型石油の生産コストを 25 \$/bbl と想定して、在来型石油の価格がそれに近づくとしたものである。

IEA の調査によれば、現在生産されている非在来型石油のカナダのオイルサンドやベネズエラ超重質油の生産コストは、12～17 \$/bbl 程度である。

現在の非在来型原油の生産場所は条件のよいところであるが、2010～2020 年以降には生産条件のより良くない場所に漸次移るので、長期的には非在来型石油の生産コストは高くなる。

この影響を見込んで、2010～2015 年には国際石油価格は 17～25 \$/bbl (1990 年価格) に上昇すると WEO は想定する。

しかし、生産技術の進歩と環境規制の強化の両面の要因が働き、これらが価格にどう影響するかは不透明である、としている。

2.4.2 見通しに対するコメント

IEA の方法は究極可採埋蔵量に関する諸機関の悲観的あるいは楽観的な推定値を包含する幅として捉え、石油年供給量の将来の推移を幅で表現し、その幅に共通の傾向を抽出して予測の確実性を高めることを試みたものである。

IEA は、この考察には多くの不確定な要素を含んでいることを強調している。在来型、非在来型のいずれの石油にとっても、技術革新、環境制約などの不確定な要因も多く、それらの影響を考慮するのは難しい、としている。

国際原油価格は湾岸戦争以後の 10 年間、殆ど 14～20 \$/bbl 辺りを変動している。

1998 年に 10 \$/bbl にまで低下した価格が、1999 年は 21 \$/bbl に回復した。20～21 \$/bbl は OPEC が保持したい価格レベルであり、それ以上の価格上昇は OPEC も望んでいないといわれる。

多くの専門家の意見は、今後、瞬間的には 25 \$/bbl に上昇することもありうるが、一方、14～15 \$/bbl に低下することもありうるとしている。

表 2-1 中国の GDP 予測

期間	GDP の対前年成長率平均 (%)	期末 GDP (億元, 1995 年価格)
1996-2000	9.3	9 0895
2001-2010	8.1	19 7694
2011-2020	6.4	36 7007
2021-2030	5.4	62 3370
2031-2040	4.9	100 5209
2041-2050	4.3	153 0721

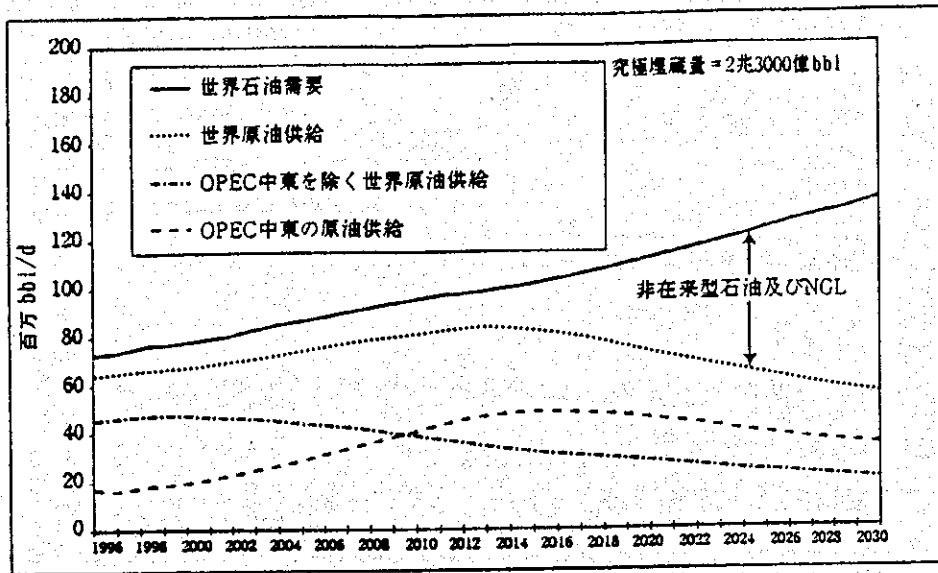
(出所) 21 世紀中国经济大趨勢 (遼寧人民出版社, 1998)

表 2-2 中国の一次エネルギーの生産量と消費量

生産量					
年次	エネルギー総生産量 (万 t 標準炭)	エネルギー総生産量に占める比率 (%)			
		原炭	原油	天然ガス	水力発電
1978	62770	70.3	23.7	2.9	3.1
1980	63735	69.4	23.8	3.0	3.8
1985	85546	72.8	20.9	2.0	4.3
1986	88124	72.4	21.2	2.1	4.3
1987	91266	72.6	21.0	2.0	4.4
1988	95801	73.1	20.4	2.0	4.5
1989	101639	74.1	19.3	2.0	4.6
1990	103922	74.2	19.0	2.0	4.8
1991	104844	74.1	19.2	2.0	4.7
1992	107256	74.3	18.9	2.0	4.8
1993	111059	74.0	18.7	2.0	5.3
1994	118729	74.6	17.6	1.9	5.9
1995	129034	75.3	16.6	1.9	6.2
1996	132616	75.2	17.0	2.0	5.8
1997	131989	74.3	17.4	2.3	6.0
消費量					
年次	エネルギー総消費量 (万 t 標準炭)	エネルギー総消費量に占める比率 (%)			
		石炭	石油	天然ガス	水力発電
1978	57144	70.7	22.7	3.2	3.4
1980	60275	72.2	20.7	3.1	4.0
1985	76682	75.8	17.1	2.2	4.9
1986	80850	75.8	17.2	2.3	4.7
1987	86632	76.2	17.0	2.1	4.7
1988	92997	76.2	17.0	2.1	4.7
1989	96934	76.0	17.1	2.0	4.9
1990	98703	76.2	16.6	2.1	5.1
1991	103783	76.1	17.1	2.0	4.8
1992	109170	75.7	17.5	1.9	4.9
1993	115993	74.7	18.2	1.9	5.2
1994	122737	75.0	17.4	1.9	5.7
1995	131176	74.6	17.5	1.8	6.1
1996	138948	74.7	18.0	1.8	5.5
1997	142000	73.5	18.6	2.2	5.7

(出所) 中国統計年鑑 (1998)

図 2-1 2030 年までの石油供給の概要
 (在来型石油の究極石油埋蔵量を 2 兆 3000 億 bbl と想定)



(出所) 世界のエネルギー展望(OECD/IEA、1998)

表 2-3 BAU ケースにおける化石燃料価格の前提

	1995	1996	1997	1998-2010	2015-2020
IEA原油輸入価格 (1990年US\$/bbl)	15.0	17.5	16.1	17	25
OECD一般炭輸入価格 (1990年US\$/t)	40.3	39.3	37.2	42	46
米国天然ガス井戸元価格 (1990年US\$/10 ³ ft ³)	1.35	1.92	1.96	1.7*	3.5
欧州天然ガス輸入価格 (1990年US\$/石油換算t)	89.9	85.7	97.2	103	150
日本LNG輸入価格 (1990年US\$/石油換算t)	125.6	130.1	133.4	141	210

* 1998-2005

(出所) 世界のエネルギー展望(OECD/IEA、1998)

第3章 原料

3.1 石炭

3.1.1 依蘭炭鉱の概要

依蘭炭鉱は黒龍江省 ハルピン市の東北東に直距離で約 210km、道路距離で約 260km に位置し、松花江東岸の依蘭県達連河鎮にある。

現在、炭鉱はハルピン燃気化工総公司（国営）の子会社、ハルピン煤炭工業公司によって経営されている。

依蘭炭鉱は隣接するハルピン気化廠にガス化用炭を供給するため、1985 年から生産を拡大し、1989 年に 100 万 t/y、現在は 145 万 t/y を生産している。

3.1.2 炭量、炭層、炭質

(1) 炭層

依蘭炭田は地溝状地をなし、東西走行、南へ約 17 度傾斜する。断層は甚だしく発達しており、落差 15m 以上の 42 本の断層が探査によって確認されている。

炭層は上₁、上₁₋₂、上₂、中及び下層の 5 炭層があり、鉱区内の累計山丈は 27.30m、累計炭丈は 19.40m である（図 3-1 依蘭炭鉱標準柱状図）。

(2) 炭量

依蘭炭鉱鉱区の一600m までの炭量は、下記の深度別に示す通りで埋蔵炭量は 2.3 億 t、可採炭量は 1.9 億 t である。

深度	埋蔵炭量	可採炭量	精度
-150m まで	7,862 万 t	7,375 万 t	精密探査
-150m~-400m	5,383	4,037	詳細探査
-400m~-600m	9,602	7,201	普通探査
計	22,847	18,613	

深度-150m までの可採炭量 7,375 万 t は全量が露天掘対象であり、-150m~-400m の 4,037 万 t のうち、2,920 万 t は現斜坑採掘範囲の可採炭量である。

(3) 炭質

依蘭炭の炭質は、固有水分 2.5～3.5wt%、揮発分 47～50wt%、発熱量 5,500～7,000kcal/kg、全硫黄分 0.3～0.5wt%である。

採掘原炭の灰分は採掘法にもよるが、上層 40wt%以上、中層 8～15wt%、下層 15～20wt%、全層では 26～28wt%であり、石炭液化工場用には灰分 10wt%以下が要求されるので選炭を必要とする。

各層試料の浮沈試験の結果から、灰分 10wt%の精炭各層の選炭歩留りは、上層 20%未満（ジグ+重選）中層 85%～88%（ジグ）、下層 85%～88%（ジグ）と推定され、上層の選炭歩留りはよくない。

中層、下層を選炭して石炭液化工場向け灰分 10wt%以下の精炭を生産することとする。

3.1.3 生産量と採掘コスト

(1) 生産量と供給量

現在 145 万 t/y を生産している。3 つの露天鉱が走向方向に配列し、断層によって隔たれており、合計で 130 万 t/y を生産している。他に 1 本の坑内掘（斜坑）より 15 万 t/y を生産している（写真 3-1 上・下 依蘭炭鉱の採掘現場）。

現在の坑内掘の最深採掘レベルは -225m である。採炭方式は「放頂煤法」で、1993 年～1997 年の過去 5 年間に 5 払が稼動した。このことから払寿命は 1 年前後と推定される。払出炭量は 12.5～14.3 万 t であり、これがこの炭鉱の払炭量と推定される。

供給先はハルピン気化廠のガス化原料に 100 万 t/y、残り 45 万 t/y は炭鉱の自家発電用、ボイラ用燃料、その他民生用である。

(2) 採掘コストと炭価

採掘コストは原炭ベースで露天掘が 105 元/t、坑内掘が 120 元/t、出炭加重平均では 106.6 元/t である。

ハルピン気化廠納入炭の炭価は

灰分	8wt%	159 元/t	量比	30%
	20wt%	140 元/t		10%
	40wt%	80 元/t		60%
平均	28wt%	109.7 元/t		

なお、依蘭炭鉱は現在の 145 万 t/y から、2000 年には 225 万 t/y に増産する。露天掘で 50 万 t/y、斜坑で 30 万 t/y を増産する。増産分は主に気化廠と肥料工場へ供給する。

炭質、コストは 2000 年までは変わらない。

3.1.4 石炭液化工場用石炭の供給

(1) 所要量

石炭液化工場における石炭の所要量は 6,836t/d (乾炭基準) で、その内訳は下記のとおり。

石炭液化用 (灰分 10wt%以下)	5,000t/d(乾炭基準)
水素製造用 (灰分 10wt%以下)	1,836t/d(乾炭基準)

含水ベースの所要量は約 7,200t/d となる (水分 5wt%)。

年間精炭所要量は約 237 万 t/y (年間操業日数 330 日) で、操業期間の精炭所要総量は約 4,750 万 t (石炭液化工場の操業期間 20 年) である。

採掘原炭量は約 272 万 t/y (中層、下層の選炭歩留り 87%) で、操業期間の採掘原炭量は約 5,400 万 t である。

他に、自家発電ボイラ用燃料石炭 (灰分 69%のポタ) を 193 万 t/y 必要とする。

(2) 供給計画

石炭液化工場向け石炭の供給を目的とした供給計画は以下のとおりである。

(a) 設備計画

生産量 300 万 t/y (原炭) の立坑による坑内掘の新坑開発
処理能力 250 万 t/y の選炭工場建設

(b) 年次生産計画

2002 年	着工
2005 年 6 月	生産開始、80 万 t/6 ヶ月
2006 年	200 万 t
2007 年	250 万 t
2008 年以降	300 万 t/y

(c) 石炭販売価格

石炭液化用、水素製造用原料石炭は灰分 10wt%以下で (採掘+選炭) のコストを含み 153 元/t。

自家発電用ボイラ用石炭 (ポタ) は価格は 20 元/t。

(3) 炭量

1997 年末の可採埋蔵量と、液化工場の想定操業開始年(2005 年)前までの石炭生産量および可採埋蔵量は以下のとおりである。

深度	1997 年末 可採埋蔵量	2004 年までの 石炭生産量	2005 年時点 可採埋蔵量	上層 埋蔵量	中・下層 埋蔵量
～-150m まで	7,375 万 t	1,160 万 t	6,215 万 t		
-150m～-400m	4,037 万 t	255 万 t	3,782 万 t		
-400m～-600m	7,201 万 t	0	7,201 万 t		
計	18,613 万 t	1,415 万 t	17,198 万 t	9,115 万 t	8,083 万 t
採丈比率			100%	53%	47%

石炭液化工場用炭は、中・下層が対象となる。

石炭液化工場操業開始時の依蘭炭の中、下層の可採埋蔵量は 8,083 万 t である。

液化用石炭の年間所要量は 272 万 t であるので、30 年間は供給可能である。

中国側から提示された新坑よりの供給炭炭価は、灰分 10wt%以下の精炭で 153 元/t である。現状の坑内掘の炭価は 120 元/t であるが、新坑開発、選炭等の費用を考慮すると価格の上昇は考えられるものである。

(4) 液化用石炭の供給についてのまとめ

上記計画に対し、日本側は原料石炭供給の量、質の保証とそれを証明する計画の提出は本 F/S 実施に必要なものであるとの意見を述べた。

中国側は、それを理解した上で石炭液化工場がフィージブルとなり、詳細計画が必要となった時点でそれを作成すること、詳細計画には長時間を要し、また、追加の探査も必要であること、それは時間的・経済的に本 F/S には間に合わないこと、供給する石炭の量・質は中国側が保証し、石炭価格は提示するので、これでもって日本側のスタディーを進めてほしいと述べ、日本側はこれを了承した。

この新炭鉱開発には未知の要素と課題が含まれており、今後の検討には一層の調査、研究が必要である。

3.2 硫化鉄触媒

3.2.1 西林鉍山の概要

石炭液化工場では液化用触媒として西林鉍山の硫化鉄精鉍を使用する。

西林鉍山は鉛精鉍、亜鉛精鉍、硫化鉄精鉍を生産する金属鉍山で、黒龍江省 伊春市の南、約 55km の小興安嶺の中に位置している。硫化鉄精鉍は石炭液化工場建設想定地点の依蘭県達連河鎮まで、鉄路 170km、さらにトラック 130km を輸送される。

可採埋蔵鉍量は 963 万 t (1997 年) である。他に、1980 年以前の未回収硫化鉄尾鉍 600 万 t が現在の尾鉍貯留池の底部に残っており、20%の回収率で硫化鉄の回収が可能とされている。石炭液化工場用の硫化鉄は原鉍及び未回収尾鉍から精錬して供給される。

3.2.2 生産量と品質

現在、原鉍の年生産量は 29 万 t/y で、硫化鉄精鉍の年生産量は 3.2 万 t/y である。

日本の 1t/d PSU での依蘭炭液化試験に使用した西林鉍山の硫化鉄精鉍の品質は、磁硫化鉄鉍 FeS で、S(硫黄)分の含有率は 25.7%と低く、S/Fe 比は 1.02 であった。この S/Fe 比は天然パイライト FeS₂ の S/Fe 比 1.9 と較べて低い。S/Fe 比の低い FeS は触媒活性が低いので、本 F/S では所定の液化油収率を得るために、助触媒として S を添加する必要がある。

3.2.3 硫化鉄触媒及び助触媒 S の使用量

日本の 1t/d PSU での依蘭炭液化試験の結果、硫化鉄触媒の対石炭(乾燥炭)添加率は 4.3wt%、助触媒 S の添加率は 0.96wt%と設定された。

石炭液化工場の硫化鉄の年間使用量は 7.1 万 t/y、操業する 20 年間には合計 142 万 t を必要とする。

液化用助触媒 S と溶剤水素化用硫化剤 S の合計の年間添加必要量は 1.7 万 t/y である。この S は工場の回収硫黄の一部を使用するので、液化工場の操業開始時に初期添加用の S を外部から調達すれば、その後は外部から調達する必要はない。

3.2.4 硫化鉄の供給と価格

(1) 硫化鉄の供給

西林鉍山の計画によれば、原鉍の年生産量は 2000 年の 35 万 t/y から 2010 年の 50 万 t/y まで段階的に増強される。

液化工場の硫化鉄の使用量は 7.1 万 t/y であるが、液化工場への供給は可能である。

2019 年以降は、尾鉍貯留池底部にある未回収硫化鉄尾鉍からの回収で液化工場向け硫化鉄を供給する。

(2) 価格

西林鉱山の硫化鉄精鉱の出荷価格は、原鉱からの回収品、既存の尾鉱からの回収品のいずれでも、130 元/t (S 含有率 35wt% 基準) \pm 3.3 元/t・S%である。

石炭液化工場の硫化鉄の入手価格は、西林鉱山の出荷価格に輸送費（西林鉱山→佳木斯までの鉄道輸送費と佳木斯→石炭液化工場までのトラック輸送費）を加算して 206 元/t である。



写真 3-1 上・下 依蘭炭鉱の採鉱現場

依蘭炭鉱(黒龍江省ハルビン市依蘭県)。

現在、年産150万トン。

露天掘り3採炭区と斜坑1採炭区がある。

依蘭炭の炭質は石炭直接液化の原料として適しており、

本調査の石炭直接液化の原料として設定された。

従って、石炭直接液化工場の建設はこの依蘭炭鉱の

近くに想定された。



3.2 硫化鉄触媒

3.2.1 西林鉍山の概要

石炭液化工場では液化用触媒として西林鉍山の硫化鉄精鉍を使用する。

西林鉍山は鉛精鉍、亜鉛精鉍、硫化鉄精鉍を生産する金属鉍山で、黒龍江省 伊春市の南、約 55km の小興安嶺の中に位置している。硫化鉄精鉍は石炭液化工場建設想定地点の依蘭県達連河鎮まで、鉄路 170km、さらにトラック 130km を輸送される。

可採埋蔵鉍量は 963 万 t (1997 年) である。他に、1980 年以前の未回収硫化鉄尾鉍 600 万 t が現在の尾鉍貯留池の底部に残っており、20%の回収率で硫化鉄の回収が可能とされている。石炭液化工場用の硫化鉄は原鉍及び未回収尾鉍から精錬して供給される。

3.2.2 生産量と品質

現在、原鉍の年生産量は 29 万 t/y で、硫化鉄精鉍の年生産量は 3.2 万 t/y である。

日本の 1t/d PSU での依蘭炭液化試験に使用した西林鉍山の硫化鉄精鉍の品質は、磁硫化鉄鉍 FeS で、S(硫黄)分の含有率は 25.7%と低く、S/Fe 比は 1.02 であった。この S/Fe 比は天然パイライト FeS₂の S/Fe 比 1.9 と較べて低い。S/Fe 比の低い FeS は触媒活性が低いので、本 F/S では所定の液化油収率を得るために、助触媒として S を添加する必要がある。

3.2.3 硫化鉄触媒及び助触媒 S の使用量

日本の 1t/d PSU での依蘭炭液化試験の結果、硫化鉄触媒の対石炭(乾燥炭)添加率は 4.3wt%、助触媒 S の添加率は 0.96wt%と設定された。

石炭液化工場の硫化鉄の年間使用量は 7.1 万 t/y、操業する 20 年間には合計 142 万 t を必要とする。

液化用助触媒 S と溶剤水素化用硫化剤 S の合計の年間添加必要量は 1.7 万 t/y である。この S は工場の回収硫黄の一部を使用するので、液化工場の操業開始時に初期添加用の S を外部から調達すれば、その後は外部から調達する必要はない。

3.2.4 硫化鉄の供給と価格

(1) 硫化鉄の供給

西林鉍山の計画によれば、原鉍の年生産量は 2000 年の 35 万 t/y から 2010 年の 50 万 t/y まで段階的に増強される。

液化工場の硫化鉄の使用量は 7.1 万 t/y であるが、液化工場への供給は可能である。

2019 年以降は、尾鉍貯留池底部にある未回収硫化鉄尾鉍からの回収で液化工場向け硫化鉄を供給する。

(2) 価格

西林鉱山の硫化鉄精鉱の出荷価格は、原鉱からの回収品、既存の尾鉱からの回収品のいずれでも、130 元/t (S 含有率 35wt% 基準) \pm 3.3 元/t \cdot S%である。

石炭液化工場の硫化鉄の入手価格は、西林鉱山の出荷価格に輸送費（西林鉱山→佳木斯までの鉄道輸送費と佳木斯→石炭液化工場までのトラック輸送費）を加算して 206 元/tである。

第4章 製品・副製品

4.1 液化油製品

本 F/S においては、日中協議の結果、輸送用（特に内燃機関用）燃料の製造を目的とし、石炭液化粗油をアップグレーディングして、石油製品相当の製品を製造することとして、以下の検討を行った。

4.1.1 中国及び黒龍江省における石油製品の流通事情

(1) 中国の石油の製品別消費量構成比率

中国の石油の製品別消費量構成比率を見ると、ガソリン 18%、灯油 3%、ディーゼル軽油 25%、重油 24%である。ガソリンとディーゼル軽油で 43%を占める。

(2) 中国の石油製品の価格

国が運輸用、農業用を対象に販売量を各省に割り当てている。価格は基本的には全国一律であるが、輸送費差があるため各省によって若干の差がある。

欧米各国のガソリン、ディーゼル軽油の小売価格及び税抜き価格を示す。税抜き価格で比較すると中国の価格は国際価格のレンジに入っている。

		米国	独国	英国	日本	中国
レギュラーガソリン (\$/l)	税込価格	0.28	0.84	1.25	0.80	0.25
	税抜価格	0.15	0.18	0.30	0.29	0.19
ディーゼル軽油 (\$/l)	税込価格	0.25	0.63	1.18	0.57	0.28
	税抜価格	0.11	0.18	0.19	0.27	0.22

(日本の石油情報センターの資料)

本 F/S で使用する石炭液化油製品の販売価格は大慶製油所の出口価格と同額とする。

	ガソリン (無鉛 90 号)	ディーゼル軽油 (0 号と-35 号の平均値)
出口価格 (税込み)	2,152.50 元/t	1,988.75 元/t
増値税	312.80	288.95
消費税	277.60	117.60 (注)
出口価格 (税抜き)	1,562.10	1,582.19

(注)ディーゼル軽油の消費税は 117.60 元/t であるが、うち、30 元/t が製造者に還付される。

(3) 黒龍江省の石油製品事情

黒龍江省は大慶油田を有し、中国最大の石油供給基地である。黒龍江省の原油生産量 5,600 万 l/y の 80%はパイプライン等により省外に移送されている。

黒龍江省のガソリン、ディーゼル軽油の消費量は合わせて 153 万 l/y で、省内の製油所で生産される石油製品の 77%は省外に移送されている。

5,000t/d(乾炭基準)の石炭液化工場のガソリンとディーゼル軽油の生産量は 4.1.3 節に述べるように 75.3 万 l/y である。

これは黒龍江省のガソリン、ディーゼル軽油の消費量の 50%、ハルビン市の消費量の約 6 倍に相当する。石炭液化工場はこの中国の重要な石油供給基地の中にあつて、石油供給力の一部を担うことになる。

4.1.2 製品方案の検討

(1) 液化油製品の用途、種類

(a) 液化油用途調査を基にした中国側との協議により、石炭液化工場の製品は輸送用燃料のガソリン、ディーゼル軽油の 2 種類とする。灯油、重油などは製造しない。

(b) ガソリンは無鉛ガソリンとし、品質のグレードは「90 号」(リサーチオクタン価 90 以上)とする。規格は中国 SINOPEC の標準による(第 6 章の表 6-2)。

(c) ディーゼル軽油の品質は中国国家標準の「合格品」とする(第 6 章の表 6-3)。夏季は凝固点による分類「0 号」、冬季は「-35 号」とする。セタン価については、石炭液化油から製造されるディーゼル軽油についての規定はないが、中国側からの指示により本 F/S では「40 以上」とする。

(2) 石炭液化粗油の性状とアップグレーディングの必要性

(a) アップグレーディングの目的

液化反応生成物を蒸留分離して得た液化油留分を液化粗油といい、液化粗油を石油製品と同等の品質に向上させることをアップグレーディング(U/G)という。具体的には、貯蔵安定性を改善し、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンでの燃焼性を向上させることを目的とする。

(b) 貯蔵安定性の改善

石炭液化粗油の窒素分、酸素分などのヘテロ原子の含有量は石油留分に比べて多い。硫黄分は大慶原油よりは多いものの、中東系原油よりは少ない。

窒素分、酸素分を多く含む液化粗油は貯蔵中に着色し、ガム質分を生成するなど、貯蔵安定性が悪い。

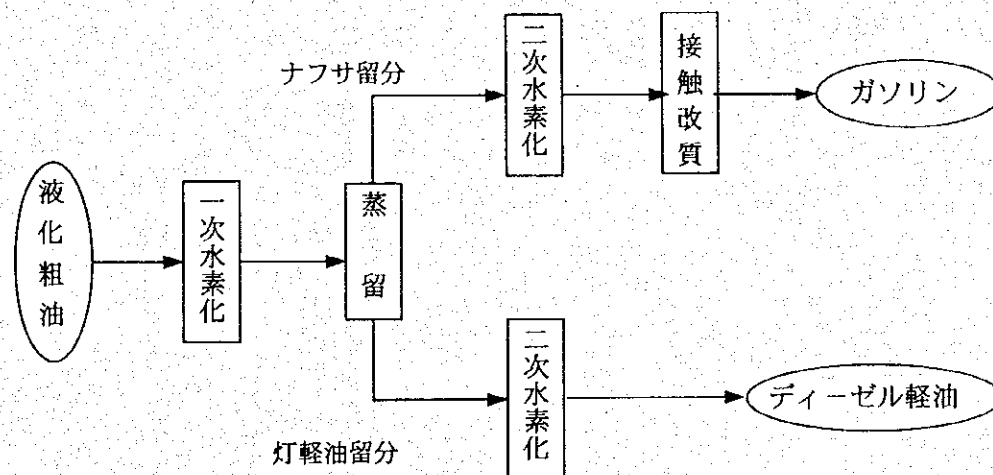
そのため、水素化精製によりヘテロ原子を除去する。窒素、酸素は硫黄より除去しにくいので、液化油のこれらを除去する水素化精製は、石油精製における水素化精製よりも温度、圧力などの反応条件は厳しい。

(c) 燃焼性の向上

ナフサ留分にはナフテン分含有量が多いため、オクタン価が低い。ナフサ留分を接触改質処理し、オクタン価の高いガソリンを作る。

灯軽油留分には芳香族分含有量が多いため、セタン価が低い。水素化处理し、セタン価の高いディーゼル軽油を作る。

(3) アップグレーディングの基本フロー



(a) 液化粗油の貯蔵安定性を向上させるため、また、次の精製工程の負荷を軽減するために、一次水素化处理を粗油全留分について一括して行い、その後、蒸留によりナフサ留分、灯軽油留分に分ける。

(b) ナフサ留分についてはオクタン価を高めるために、接触改質処理を行い製品ガソリンとする。その接触改質触媒の活性保護のため、その前段で二次水素化处理を行い、窒素分を 1ppm 程度以下まで除去する。

(c) 灯軽油留分は二次水素化处理により脱窒素し、水素化处理によりセタン価を約 35 に向上させる。その後、セタン価向上剤の添加によりセタン価をさらに 40 以上に高める。

(d) 各反応工程で生成する分解ガスの中の軽質ナフサ留分は、製品ガソリンに混合する。ブタンの一部はガソリンの蒸気圧の調整のためにガソリン中に残す。

4.1.3 製品の生産量、出荷

(1) 生産量

石炭液化工場のガソリン、ディーゼル軽油合計の年産量は約 75.3 万 t である。

	<u>日生産量</u>	<u>年生産量</u>
ガソリン	898t/d	29.6 万 t/y
ディーゼル軽油	1,385t/d	45.7 万 t/y
合計	2,283t/d	75.3 万 t/y

(2) 出荷

タンクローリーによりガソリンとディーゼル軽油を出荷する。

製品の販売は液化工場出口の積み渡しとする。

4.2 副製品

4.2.1 生産量

石炭液化工場は主製品であるガソリン、ディーゼル軽油の他に、副製品として LPG、アンモニア、硫黄、粗製フェノールを生産する。

生産量は以下の通りである。

	<u>日生産量</u>	<u>年生産量</u>
LPG	407t/d	13.4 万 t/y
アンモニア	168t/d	5.5 万 t/y
硫黄	80t/d	2.6 万 t/y
粗製フェノール	5t/d	1,600t/y

アンモニアは液体アンモニアとして販売する。

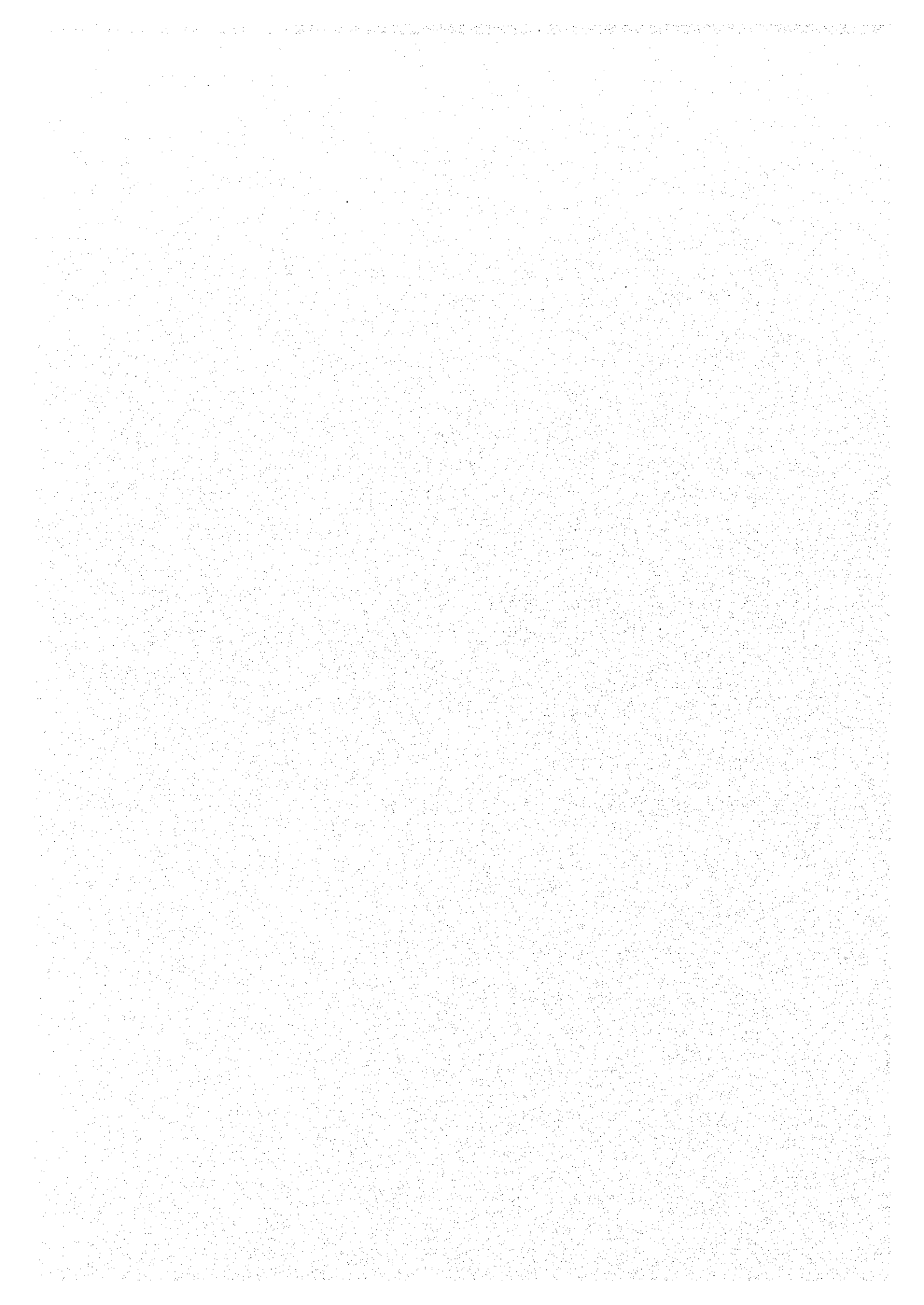
硫黄は固体硫黄として販売する。

フェノールは粗製フェノールで販売する。

副製品の販売は石炭液化工場出口の積込み渡しとする。

4.2.2 副製品の販売価格

LPG	1,650 元/t
アンモニア	2,000 元/t
硫黄	700 元/t
粗製フェノール	1,500 元/t



第5章 工場の建設想定地点及びその周辺条件

5.1 工場建設想定地点

5.1.1 石炭液化工場建設想定地点の概況

石炭液化工場建設地点は黒龍江省 ハルビン市 依蘭県 達連河鎮に想定された。

達連河鎮はハルビン市街から東北東に直距離で約 210km、道路距離で約 260km に位置し、松花江に沿っている（図 A「黒龍江省地図」）。

達連河鎮には依蘭炭鉱があり、その 4km 隔てた場所にハルビン気化廠がある。

石炭液化工場の建設はハルビン気化廠に 1km 隔てて隣接する地点に想定された。

（図 5-1「石炭直接液化工場建設想定地点の位置図」、及び図 5-2「石炭直接液化工場建設想定地点の周辺地図」）

5.1.2 建設用地取得

石炭液化建設想定地点は未利用地であり、障害物もない（写真 5-1）。

石炭液化工場の敷地面積は 0.81km²（900m 四方）と想定された。

その用地の使用に際しては国务院の許可が必要となる。

5.2 自然条件

5.2.1 地勢

石炭液化工場建設想定地点は松花江から直距離で 2.5km の沖積世堆積層の平野で、傾斜度は 2/1000～5/1000、岩盤までの深さは 24m、地耐力は 20～40t/m²である。

5.2.2 気象

10 月から 3 月までの気温は低い。最も気温が下がる 1 月の最低気温の過去 5 年間の平均値は -33℃である。

過去 5 年間の月平均降雨量の最大の月は 7 月で 197mm である。雪は多くは降らない。

凍土厚さは 1.7～1.9m、過去 5 年間の最高厚さは 2.0m であった。

1998 年 8 月の大水害の時にもハルビン気化廠付近に被害はなかった。

地震は過去 100 年間に被害は発生していない。過去の最大地震は 3.3 級。

5.3 社会条件

5.3.1 交通輸送条件

重量機器あるいは大型機器に関する輸送上の規制は

鉄道輸送：最大直径 4m

道路輸送：最大直径 4.5m

5.3.2 工業基盤

(1) ハルピン気化廠（石炭ガス化都市ガス製造）

ハルピン燃気化工総公司の工場である。

都市ガス製造能力は 242 万 m^3/d の近代的な大工場である（写真 5-2）。

他にメタノールを 4 万 t/y、副製品としてナフサ、中・重質油を合計 6.5 万 t/y、アンモニアを 2,600t/y、粗製フェノールを 3,200t/y、硫黄を 1,840t/y、アルコール類を 640t/y 生産している。

(2) 蘭達化工工場（タール蒸留）

依蘭県が経営する工場である。

ハルピン気化廠に隣接し、気化廠から重質油 4 万 t/y、中質油 2 万 t/y、ナフサ 5,000t/y を受け入れて精製し、フェノール、クレゾール、ガソリン、ディーゼル軽油、ピッチ等を生産する。

石炭液化工場が操業開始時に必要とする初期溶剤も供給可能である。

(3) 佳木斯コークス工場（コークス製造）

佳木斯市は達連河鎮の東方 130km にある。佳木斯コークス工場は佳木斯石炭ガス公司に属し、冶金用コークス 25 万 t/y を生産している。他に、コールタール 13,840t/y、粗製ベンゼン 3,412t/y、硫安 3,460t/y、コークス炉ガス 6,800 万 m^3/y を生産している。

石炭液化工場が操業開始時に必要とする初期溶剤も供給可能である。

5.4 原材料・用役条件

5.4.1 石炭

依蘭炭鉱とハルピン気化廠の間、4km は石炭輸送道路で結ばれており、石炭液化工場用の石炭もその道路を共用して輸送する。

5.4.2 液化用硫化鉄触媒

伊春市の西林鉱山から硫化鉄精鉱を運ぶ。西林鉱山は達連河鎮の北 300km にある。

西林鉱山から佳木斯市までは鉄道輸送、佳木斯市から液化工場まではトラック輸送となる。

5.4.3 電力

石炭液化工場は低品位の依蘭炭（ボタ）を使用して自家発電を行う。

また、予備電源として公共変電所からの受電(本プラント所要電力 100%容量)も可能とする。

5.4.4 用水

松花江より取水が可能である。取水位置はハルビン気化廠の取水場の付近とする。

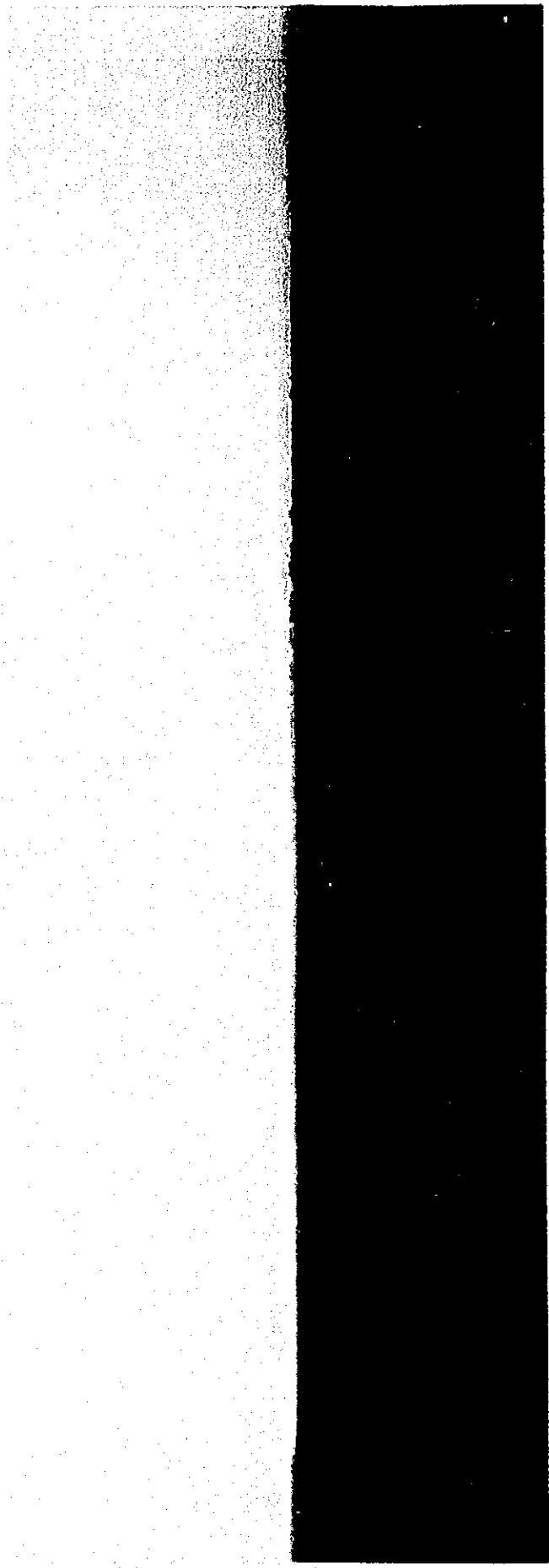


写真 5-1 工場建設想定地全景

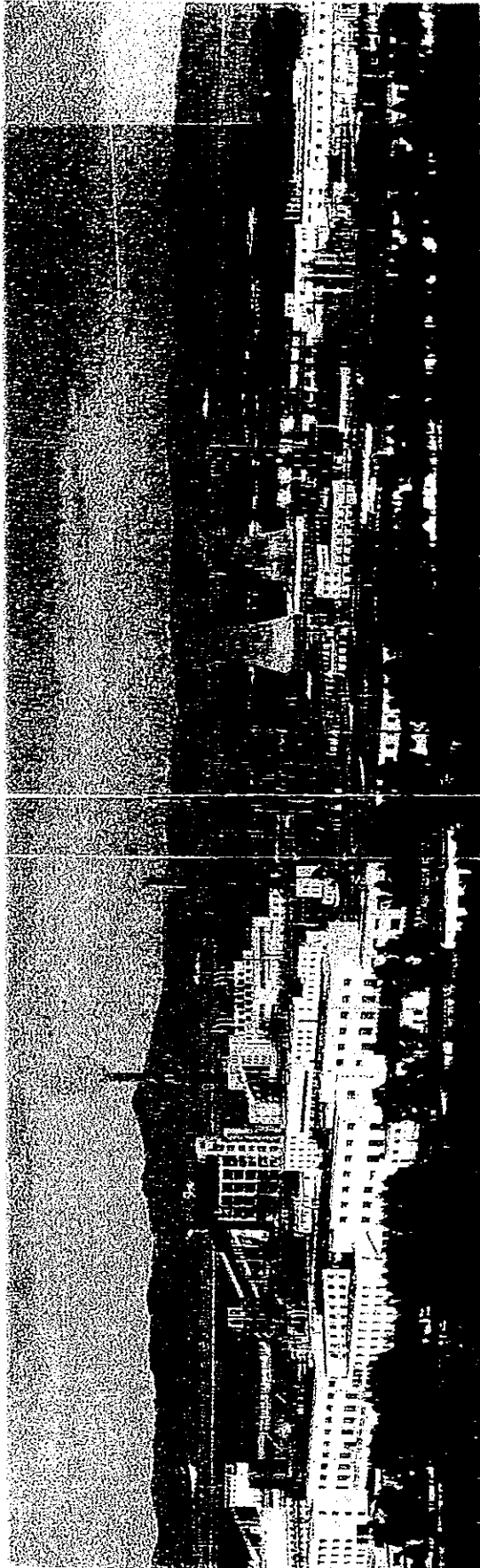
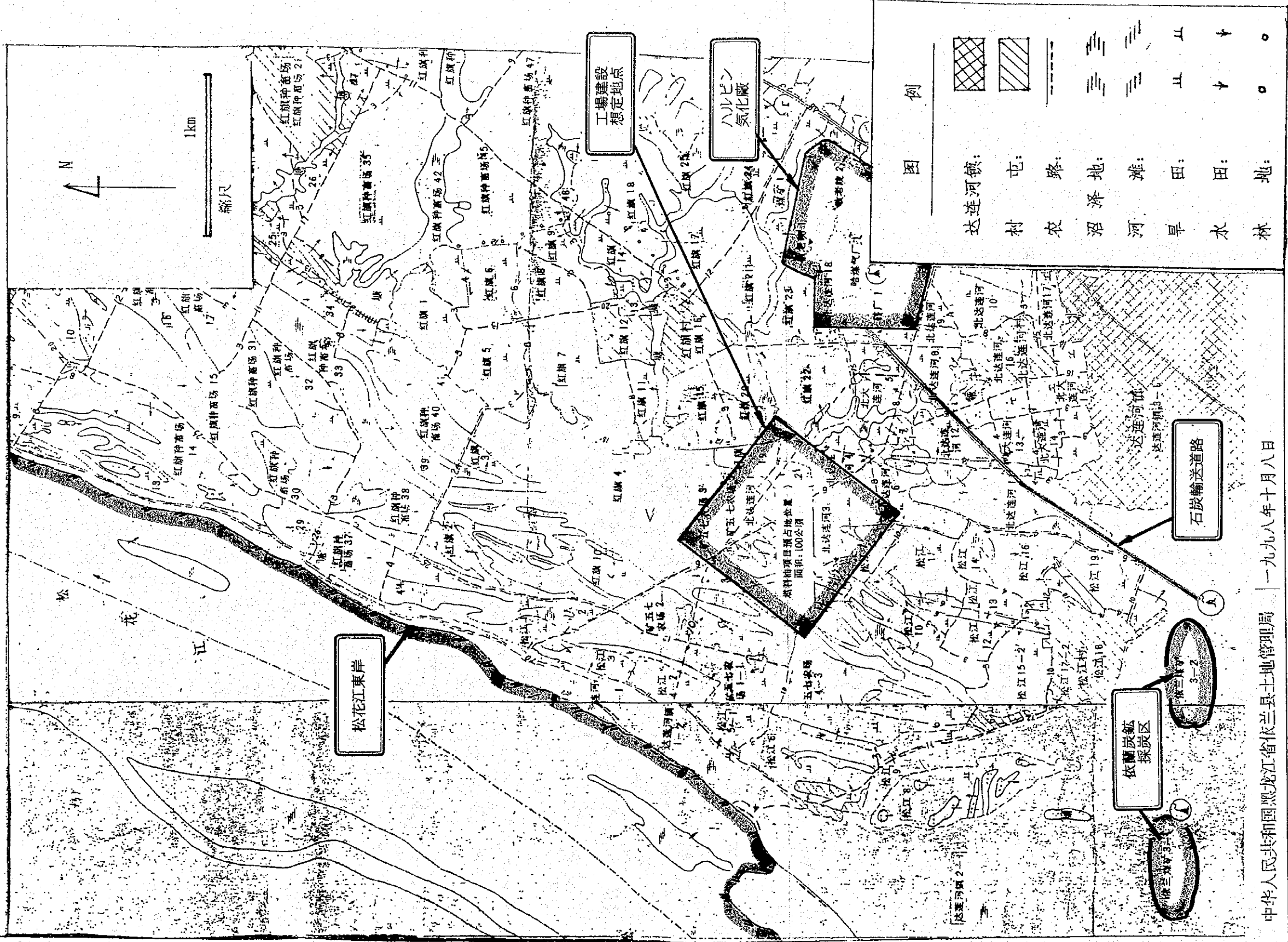


写真 5-2 ハルビン気化廠全景

ハルビン燃気化工総公司のハルビン気化廠の全景（黒龍江省ハルビン市依蘭県）
依蘭炭をルルギ式固定床ガス化炉でガス化して都市ガスを製造し、パイプラインで
ハルビン市に送っている。設備能力 日産 240 万 m^3 の近代工場。
石炭直接液化工場はこのガス化工場に 1km の保安距離をおいた隣接地に想定されている。

燃料油项目占地现状参考图



中华人民共和国黑龙江省依兰县土地管理局 一九九八年十月八日

图 5-1 石炭直接液化化工场建设想定地点的位置图

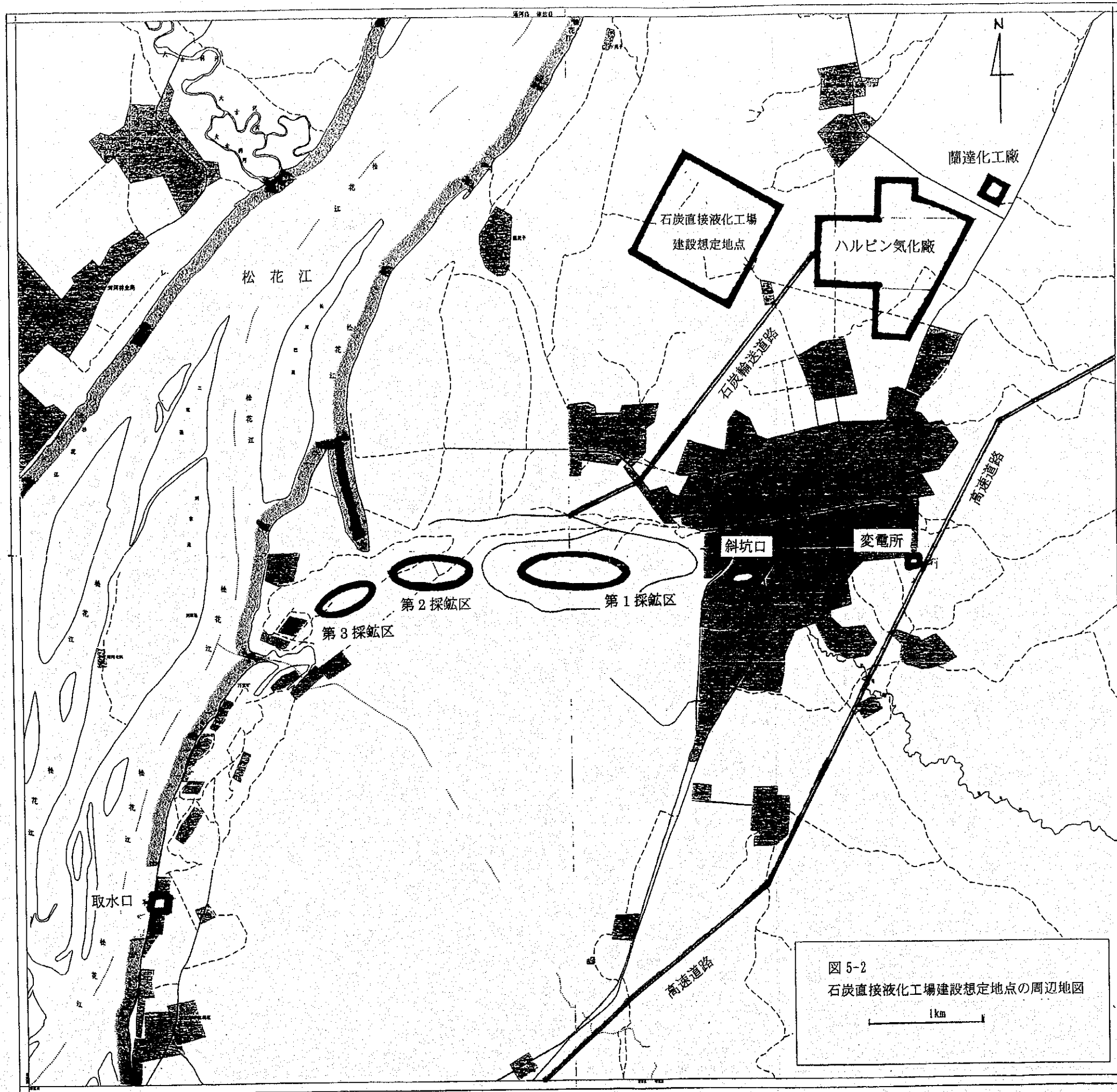


図 5-2
石炭直接液化工場建設想定地点の周辺地図

1km

