

平成 22 年度

一般案件に係る民活インフラ案件形成等調査

ガーナ・国産随伴ガス利用メタノール・DME

製造プロジェクト調査

(ガーナ)

報告書要約

平成 23 年 3 月

経 済 産 業 省

委託先：新日本有限責任監査法人
独立行政法人日本貿易振興機構
丸紅(株)

(1) プロジェクトの背景・必要性等

ガーナ国においては 2010 年 12 月に、同国初となる本格的な原油生産が同国西部沖会いの海上油田（ジュビリー油田）にて開始された。今後、随伴ガスを伴う油田やガス田の開発が進んで行くが、ガスとしての埋蔵量は比較的小さく LNG として輸出する規模には当面ならないとみられている。この為、これらガーナ産ガスは陸上へ送られ何らかの形で利用される必要がある。現段階では陸上への海底パイプラインは計画中なので、当面はガスは地下に再注入されることになるが、一定の限界があるので場合によってはフレアーせざるを得ず経済的に無駄であることと共に、環境に負荷を与えるので陸上におけるガス利用は比較的早期に実現できるものである必要がある。ガスの利用策であるが、目下、発電燃料（ガス焚きによる発電を行う）とする案、ガスを原料にアンモニア経由窒素肥料を製造する案が検討されている。

丸紅株式会社（丸紅）は、ガス利用策の一つの選択肢として、ガスを原料にメタノールを製造する案をガーナ国政府に提案した結果、丸紅と同国政府（貿易産業省、及びエネルギー省）は、2010 年 10 月の同国ミルズ大統領来日の際 MOU を締結し、ガーナ国においてメタノールを事業化する為の調査を行うことで合意した。

丸紅は日本の総合商社の一つとして、世界各地で多角的にトレードや事業運営を行っており、化学品はその一分野である。丸紅はメタノールの事業参画やトレードにつき新規の案件を探してきた。丸紅はガーナ国に支店を有する数社の日本企業の一社である。又、100%子会社のガーナ企業トヨタガーナ社を有し、同国乗用車市場において最大の販売シェアを有している。本調査の協力企業の一つである三菱ガス化学株式会社（以下 MGC）は、メタノールの世界最大のメーカー、且つ販売者である。サウジアラビア・ベネズエラ・ブルネイにおいてそれぞれ現地政府公社との合弁により、メタノールの製造を行っている。MGC はメタノール製造に要する技術（Mitsubishi Methanol Process（以下 MMP））と触媒を有している。又、ジメチルエーテル（DME）を含む多彩なメタノール誘導品の製造・販売も行っている。MGC はメタノール事業の拡大を図り、追加の立地を求めて世界各地で検討を行っている。

本調査のもう一つの協力企業である三菱重工業株式会社（以下 MHI）は、日本を代表する重工メーカーであり、航空宇宙や原子炉を含めた様々な分野で最高水準の技術力を有している。化学プラントはその一分野であり、過去 MGC の全てのメタノールプラントを MHI が建設し経験を重ね習熟してきた。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

現在化学産業が存在しないガーナ国に、初めての化学産業を設立せんとするのが本プロジェクトであるが故に、その内容については基本的にシンプルであり、製造や販売に十分なサポートが得られるものである必要がある。

メタノールはガス以外の原料としては水だけがあれば製造でき、その他の副原料は何も要らない。合成ガスから一回の反応で製品（メタノール）ができる。必要とされるガスの量が比較的小さい。製品としてのメタノールは無色透明の液体で、固体の製品を作るにあたっての技術的難点（粒径を揃えるといった様な）が無い。貯蔵や運搬は比較的容易であり、出荷用の栈橋等に対する大型のインフラ投資を必要としない。以上の様な特徴より、1980年代のサウジアラビアを始めとして、産ガス国が初めて自国で行う化学事業として導入されてきたのがメタノールである。

MMPは、世界の全メタノール生産の約20%で用いられていることが示す様に、技術的・商業的に十二分に確立された技術である。更に、本プロジェクトが実現される場合、稼働開始前後のプラント操業については、MGC・MHIが派遣する日本人要員により担われる。併せ、ガーナ側従業員を教育し操業ノウハウという知財を徐々にガーナ側に移転し、一定期間経過後、若干の幹部を除いて日本人要員は撤収し操業実務はガーナ側従業員が担う態勢へ持って行くこととなる。

製品メタノールの販売については、メタノール自身が大量に国際的に流通する大きなケミカルコモディティーであることもあり、基本的な問題は無い。或いは、MGCが有している既存の販売網を活用することもできる。

想定するメタノール装置の規模としては、MMPのプラントが数多く建設されてきた標準的World Scaleである850千ト/年（2.5千ト/日）とした。また、ガーナ国政府はガスの利用策として輸出用だけでなく一部を国内用に充てたい意向を持っている為、メタノールのみから比較的容易に合成できるLPG代替燃料のDME（ジメチルエーテル）の提案を併せ行った。DMEは環境性に優れた合成燃料である。

(3) プロジェクトの概要

ガーナ国西部沿岸のボニョレ町近郊に、海上から送られてくるガスを上陸させガスを利用した諸プロジェクトを立地させる候補地が画定されている。今後、ガーナ国営石油公社（Ghana National Petroleum Corporation、以下GNPC）による買収が進められる予定で、目下GNPC Enclave（海岸から約2Km下がった地域に設定された東西約7Km、南北約1Kmのほぼ長方形の区画で、現状は椰子や低木に覆われた多少の高低差を含む地域）と称されている。

丸紅はGNPCから、メタノールが事業化される場合の候補地はこのGNPC Enclaveの一角である可能性を告げられた。本調査はそれを前提として行われ、2010年12月に丸紅・MGC・MHIによる現地視察を行った。下記の事業総額等は、MGC・MHIのこれまでの実績・経験に、視察した現地状況を加味して想定する予備的な数値である。

① 事業総額

項目	金額（百万米ドル）	備考
メタノールプラントコスト	640	操業時の触媒費等を含む
操業前コスト	6.8	法務調査費等、操業前に発生する諸費用の合計
その他	62	「その他について」参照
計	708.8	

その他について

- 候補地において原料水を安定的に調達することは困難である。離れた水源から導水管により淡水を引き入れることには多大な投資費用を要し、水量が季節変動する等の問題も懸念される。原料水の安定的確保に支障をきたすと、原料ガスがあってもメタノール製造が出来なくなる。このリスクを避ける為、本調査では本プロジェクトが自ら海水淡水化装置を建設して海水を取水し、必要な水を自給することを想定した。
- 候補地は現時点で椰子や低木が生えているブッシュであり、現地視察の際に候補地そのものには到達できなかったが、多少の高低差もある模様である。プラント建設開始前にこれらの植生が取り除かれ整地される必要があるが、本調査ではこれらの費用は算入していない。本プロジェクトは整地された土地の提供をガーナ側から受けるという想定の下で、経済分析を行った。
- メタノールの出荷施設について、本調査では貯蔵タンクの建設費を算入しているが出荷の為の栈橋の建設費は算入していない。本プロジェクトはメタノール出荷用の栈橋の提供を受けるという想定の下で、経済分析を行った。



図3：候補地周辺（出典：調査団）

② 予備的な財務・経済分析の結果概要

経済分析は以下の方法により行われた。

- メタノール販売価格：製品メタノールは輸出され国際市況で販売される。メタノールの国際市況は、メタノール自身が持つ熱源としての価値（想定原油価格への熱量等価）に、化学製品としてメタノールの持つべき付加価値を加えた形で想定した。メタノールは基礎化学品であると共に、それ自体として、或いはDME等へ加工された形で、燃料としても消費される。従い、メタノール価格が熱量等価を割り込んだ形で継続的に低迷することは起こらない（熱量等価を割り込むメタノール価格は、燃料としてのメタノール消費を喚起することとなり、メタノール消費が増えることによりメタノール需給が締めまり、結果、熱量等価の水準までメタノール価格を上昇させることとなる）。
- メタノール製造コスト：ガスからメタノールを製造する際に要する諸コストを、投資コストとガス以外の比例費に分けて分析した。
- ガス価格：本プロジェクトへ支給されるガスの価格を幾通りか仮定した
- 以上から、予測するメタノールの市況価格と仮定するガスの支給価格の各々の組み合わせにおいて、本プロジェクトにもたらされる投資リターン（Economic IRR（経済的内部収益率）及びFinancial IRR（財務的内部収益率））を計算した。結果は下表の通りである。

EIRR

原油価格(US\$/B)		40.0	60.0	80.0	100.0	120.0
販売メタノール価格(US\$/T)		162.3	243.5	324.6	405.8	487.0
原料ガス 価格 (US\$/mmbtu)	1.0	-	10.4%	18.1%	24.2%	29.3%
	2.0	-	-	14.9%	21.5%	27.0%
	3.0	-	-	11.2%	18.6%	24.5%
	4.0	-	-	7.0%	15.5%	21.9%

FIRR

原油価格(US\$/B)		40.0	60.0	80.0	100.0	120.0
販売メタノール価格(US\$/T)		162.3	243.5	324.6	405.8	487.0
原料ガス 価格 (US\$/mmbtu)	1.0	-	16.4%	31.8%	44.2%	54.8%
	2.0	-	-	25.3%	38.6%	49.8%
	3.0	-	-	18.0%	32.7%	44.7%
	4.0	-	-	9.5%	26.4%	39.3%

③ 環境社会的側面の検討

候補地前面の海岸部にはラグーンやマングローブ林があり、GNPC Enclave はこれらを避けて数 Km 内陸に下がった形で設定されている。ボニョレ町の他に、周辺には零細な集落が点在している。一帯は植生に覆われているが人



図4：ラグーン（出典：調査団）

跡未踏ではなく、薪の採取や若干の農耕も行われている。プロジェクトは、これらの自然や民生へのダメージを出来る限り避ける様に実施する。

ガーナ国の環境関連法規を遵守し進めることを前提として、環境社会的影響につき現時点で想定できる内容を下表にまとめた。

項目	建設段階	運転段階
大気汚染	N	N
水質汚染	N	N
廃棄物	N	N
土壌汚染	N	N
騒音・振動	N	N
地盤沈下	N	N
悪臭	N	N
保護区	N	N
生物・生態系	-B	N
住民の移転	N	N
生活・生計	+B	+B
文化遺産	N	N
景観	N	N
雇用や生計手段等の地域経済	+B	+B
既存の社会インフラや社会サービス	C	C
CO2 などの温室効果ガス	C	C

＋：正の影響

－：負の影響

A：深刻な影響が予想される

B：軽微な影響が予想される

C：影響の有無が不明

N：影響が予想されない

候補地への大型プラント機材の搬入については、西部ガーナの主要港であるタコラディ港から候補地へ至る道路を視察した。橋梁や舗装状況等に大きな問題は認められなかったが道路の直ぐ横で営まれている人々の生活（屋台等）への影響を回避する為、大きな機材はタコラディから海路バージで運んでボニョレ付近の海浜に陸揚げし、ラグーンを避ける形で候補地に搬入するものと想定した。



図5：候補地付近海岸線（出典：調査団）

（４）実施スケジュール

次のマイルストーンはガーナ側から日本側への、本プロジェクトへ必要なガスを支給する旨の公式な意志（法的義務を伴う保証ではない）の表明と、そのガスの埋蔵を示す何らかの証憑の開示である。これをもって日本側としてはガーナ側と基礎的な条件に関する協議を開始できることになる。その後のスケジュールとしては以下を念頭においている。

2011年3月：予備調査（Pre-FS）終了

2012年3月：基礎条件に関する合意形成

- ガス支給の条件（数量・価格コンセプト・期間・品質）
- 本プロジェクトを行う合弁会社の基本構造（出資比率等）
- プロジェクトスコープ（本プロジェクトとして担うべき範囲の画定）
- その他

2013年3月：詳細調査（Detailed FS）（プラント詳細設計、EPCコストの決定、環境評価、その他法制面の諸調査、許認可取得、資金調達等）終了

2013年4月：最終投資決定・長納期品発注

2013年10月：プラント建設開始

2016年9月：完工

2016年10月：操業開始

(5) 実施に関するフィージビリティ

メタノールは最も基礎的な化学原料として人類の経済社会にとり必須の素材であり、近年ではエネルギー用としての消費も増えている。需要は先進国（及び近年の中国）に多いが、先進国の一部（米国メキシコ湾岸・欧州における北海等）は天然ガスを産するものの、燃料としての需要も大きく LNG 等によりガスを輸入している状態であり、メタノール等の化学工業用原料として潤沢ではない。ガス自体を運ぶことは液化（LNG）に伴う費用或いはパイプライン建設費といった大きなコストがかかる為、産ガス国でガスをメタノールに加工しメタノールとして需要地へ運ぶことには経済的整合性がある。

実際、メタノール国際流通の構造は産ガス地（中東・CIS・南米・東南アジア）から需要地（欧米・極東・中国）へという流れとなっている。アフリカでは World-Scale のメタノールプラントは赤道ギニアと最近稼働を始めたエジプトにしか無いが、今後アフリカ諸国における原油・天然ガスの増産に伴いメタノールも徐々に事業化されていくと一般的に予想され、ガーナ国はその候補の一角にある。

本プロジェクトにおいては、技術・操業・プラント建設のノウハウや製品マーケティングが日本側から提供される。ガーナ国側で用地・出荷施設・用益等が用意されることを前提に、後はガスが日・ガ双方に受け入れられる条件で支給されれば本プロジェクトは基本的にフィージブルとなる。

尚、本プロジェクトは日・ガの合弁企業たることを想定している。その前提で、国際協力銀行（JBIC）等のファイナンスを調達することがあり得ると丸紅は考えている。MGC の過去の全ての海外メタノールプロジェクトに JBIC が融資を行ってきた。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

既述の通り全世界のメタノール生産の約 20% が MMP により行われている。

その中核装置の一つであるメタノール合成反応機は、MGC 触媒の能力を最大限に引き出すべく MHI により開発されたものであり、日本国内で建造されガーナへ運ばれることを想定している。日本の化学プラント技術の粋とも言うべきものである。

もう一方の中核装置であるコンプレッサーは改質ガスをメタノール合成機に安定して送り出す装置であるが、これも MGC・MHI の長年の経験の蓄積により改良が重ねられてきたものを日本国内で建造し、ガーナへ運ぶことを想定している。

(7) 案件実現までの具体的スケジュールおよび実現を阻む リスク

今後のスケジュールについては上記を参照願いたい。

「実現を阻むリスク」という言葉は適当ではないが、本プロジェクトとガーナ国の内政的政策との調和を図ることが、実現への課題である。ガーナ国政府は同国産天然ガスを一部国内に留め、ガーナ国民の生活に裨益させる活用法を考えている。その一つの手法が天然ガス焚きによる電力の増産である。

又、ガーナでは昨今の人口増・経済成長により従来のイモ類からコメ食へ嗜好がシフトしており、コメ輸入が増加の一途をたどっている。コメ増産には窒素肥料が必要であり、天然ガスからアンモニアを合成し更に窒素肥料を作るプロジェクトが別途検討されている。しかしガーナの窒素肥料需要は今後の潜在的なコメ増産を加味しても絶対値としてはまだまだ僅かであり、**World-Scale** のアンモニア 1 基の規模には遥かに届かない

本プロジェクトとしてこのガーナ国策に資する為の一つの可能性であるが、メタノール合成から出て来る水素を活用し、内需充足型の限定的な量のアンモニアを作ることが可能である。**World-Scale** のアンモニアを別途建設することに比べ、投資コストは遥かに低く抑えられる。もう一つの可能性は **DME** である。ガーナは **LPG** を自給できず一部輸入に依存しているが、メタノールから比較的簡単に合成できる **DME** は **LPG** 代替として用いることができ、かつクリーンな燃料である。

内需充足型のアンモニアや**DME**についてはガーナの国策としてガーナ国の事業として実施される必要がある。ガーナ国政府がそれを望むという意向が明確に表明されることを前提に、丸紅として協力を行う意向である。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図



図6 : Location for the Gas Utilization Project – Bonyere Ghana
(出典：アメリカ中央情報局 World Factbook)

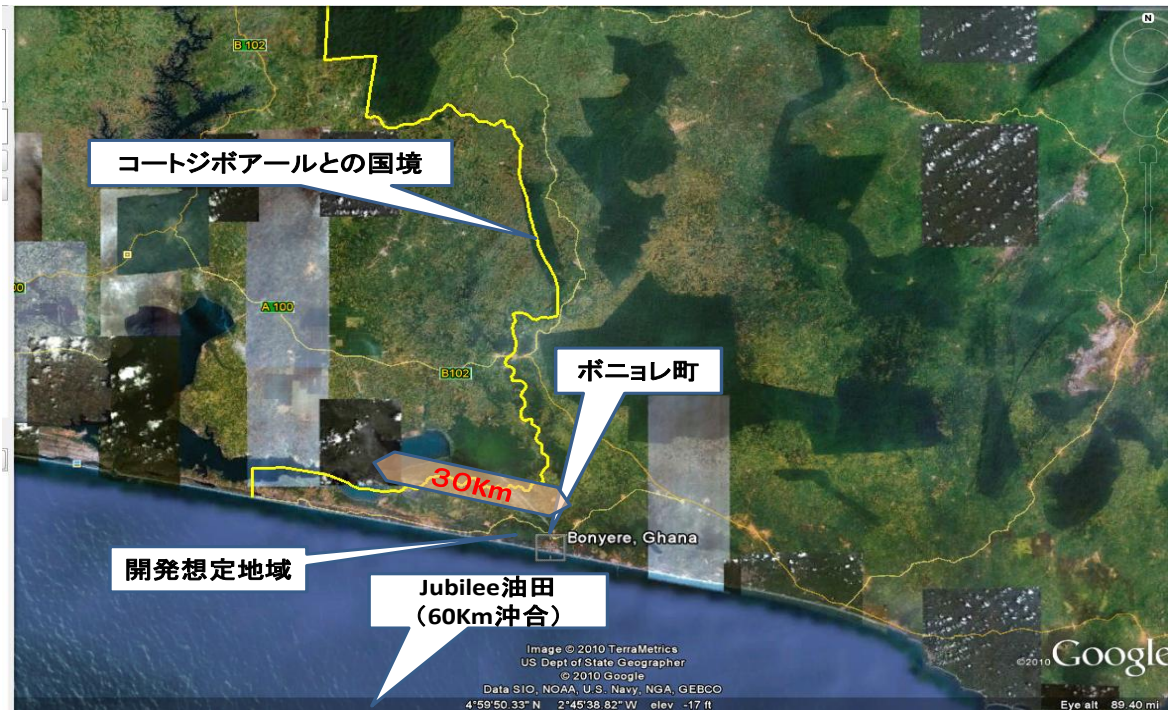


図 7 : Location for the Gas Utilization Project – Bonyere Ghana (出典 : Google Map)

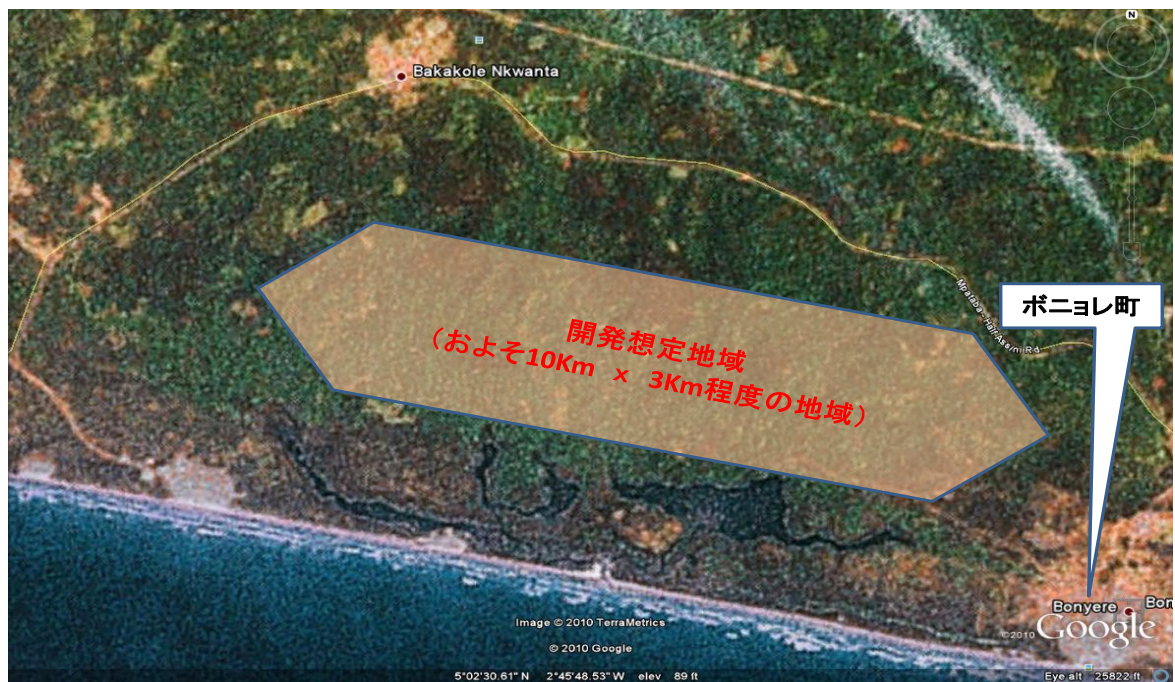


図 8 : Location for the Gas Utilization Project – Bonyere Ghana (出典 : Google Map)

DRAFT DESIGN OF GAS PLANT SITE

AREA : 18.9 KM²
PERIMETER : 22.7 KM

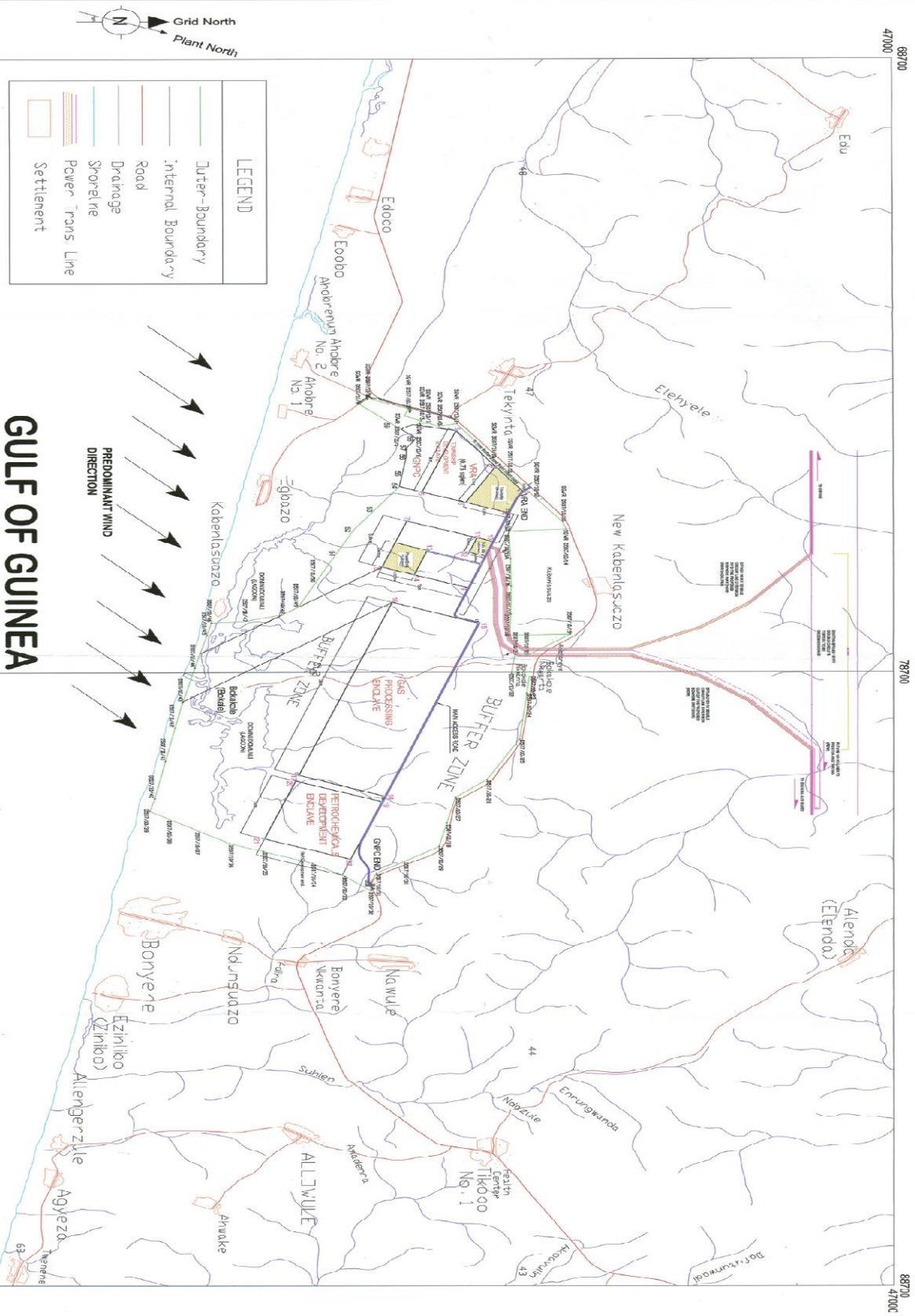


図9：ガス・プロセッシングプラント、ガス炊き発電所、ペトケミプラントの配置図（出典：GNPC）