

インドネシア共和国
公共事業・国民住宅省

インドネシア共和国
A C F 大気浄化ユニット普及促進事業
業務完了報告書

令和2年3月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

大阪ガスエンジニアリング株式会社

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び提案法人は、いかなる責任も負いかねます。

目次

地図.....	i
略語表.....	ii
第1章 要約.....	1
1.1. 要約.....	1
1.2. 事業概要図.....	4
第2章 本事業の背景.....	5
2.1. 本事業の背景.....	5
2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性.....	6
2.2.1. 普及対象とする技術の詳細.....	6
2.2.2. 開発課題への貢献可能性.....	9
第3章 本事業の概要.....	10
3.1. 本事業の目的及び目標.....	10
3.1.1. 本事業の目的.....	10
3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）.....	10
3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）.....	10
3.2. 本事業の実施内容.....	10
3.2.1. 実施スケジュール.....	10
3.2.2. 実施体制.....	10
3.2.3. 実施内容.....	12
第4章 本事業の実施結果.....	13
4.1. 第1回現地活動（2018年7月26日～8月12日）.....	13
4.1.2. ACFユニット設置前の環境計測.....	15
4.2. 第2回現地活動（2018年8月16日～9月19日）.....	19
4.2.2. 設置後環境計測.....	27
4.3. 第3回現地活動（2018年12月8日～12月22日）.....	29
4.3.1. 設置3ヶ月後環境計測.....	30
4.3.2. 関係者協議.....	36

4.4.	第4回現地活動（2019年6月27日～7月11日）	37
4.4.1	設置9ヶ月後環境計測	38
4.4.2	関係者協議	44
4.5.	第1回本邦受入活動（2019年7月21日～28日）	46
4.6.	第5回現地活動（2019年8月22日～9月5日）	52
4.6.1	設置12ヶ月後環境計測	52
4.6.2	関係者協議	60
4.7.	第6回現地活動（2019年11月13日～11月27日）	61
4.7.1	ACFセミナー	61
	セミナーの内容（添付資料2）	62
第5章	本事業の総括（実施結果に対する評価）	65
5.1.	本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）	65
5.2.	本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針	66
5.2.1.	本事業の成果（ビジネス面）	66
5.2.2.	課題と解決方針	66
第6章	本事業実施後のビジネス展開の計画	67
6.1.	ビジネスの目的及び目標	67
6.1.1.	ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）	67
6.1.2.	ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）	67
6.2.	ビジネス展開計画	69
6.2.1.	ビジネスの概要	69
6.2.2.	ビジネスのターゲット	69
6.2.3.	ビジネスの実施体制	69
6.2.4.	ビジネス展開のスケジュール	69
6.2.5.	投資計画及び資金計画	70
6.2.6.	競合の状況	70
6.2.7.	ビジネス展開上の課題と解決方針	70
6.2.8.	ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策	70

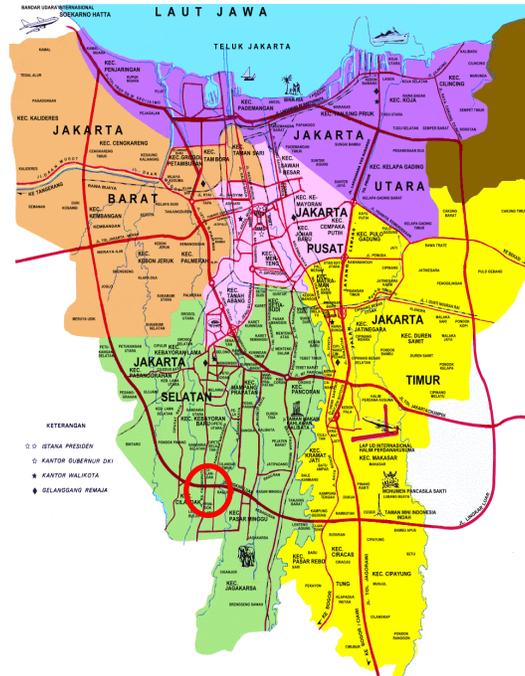
6.3. ODA 事業との連携可能性	71
6.3.1. 連携事業の必要性	71
6.3.2. 想定される事業スキーム	71
6.3.3. 連携事業の具体的内容	71
添付資料	71

地図



インドネシア共和国 ジャカルタ首都特別州

出典：世界地図・SekaiChizu<http://www.sekaichizu.jp/>



ACF大気浄化ユニット設置場所 ジャカルタ ファットマワティ総合病院前 JL.Simatupang

出典：Pemkot DKI Jakarta,2013

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ACF	Activated Carbon Fibers	高活性炭素繊維
APEKSI	Asosiasi Pemerintah Kota Seluruh Indonesia	インドネシア地方都市協議会
BAPPENAS	Ministry of National Development Plannig	国家開発企画庁
DKI Jakarta	Daerah Khusus Ibukota Jakarta	ジャカルタ首都特別州
F/S	Feasibility Study	可能性調査
KLHK	Ministry of Environment and Forestry	環境林業省
NOx	Nitrogen Oxides	窒素酸化物
NO ₂	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
PM2.5	Particulate Matter 2.5 Micron	微小粒子状物質
PPK	Pejabat Pembuat Komitmen	国道管理事務所
PPP	Public Private Partnership	官民連携
PU	Ministry of Public Works and Housing	公共事業・国民住宅省
SOx	Sulfur Oxides	硫黄酸化物

第1章 要約

1.1. 要約

- 本事業の背景

本ビジネスの対象国であるインドネシア、ジャカルタ首都特別州は、深刻な交通渋滞による大気汚染が問題となっている。2013年の車両登録数はバイク 1200万台、乗用車 300万台、トラック 62万台、バス 36万台と、東京の2倍以上あり、道路整備の遅れもあり、大気汚染が深刻化している。そのため、ジャカルタでは肺がん・ぜんそく等の呼吸器疾患の原因となる窒素酸化物（NO_x）の濃度は、2013年度には2008年度の3倍の74μg/m³という危険なレベルに達し（Jakarta Polices Traffic Directorate, BPLHD Jakarta, 2014）、13～14歳の児童のぜんそく患者率は12.6%と日本国内平均の4.5倍に達する（International Study Asthma and Allergies in Childhood 2012）。

このため、2014年に就任したジョコ・ウィドド大統領の中期開発計画では、2014－2019年に大気汚染排出量を15%削減し、全国45市において大気モニタリング体制を強化し、大気環境基準の適合を目指すとしていた。しかし、交通渋滞による大気汚染の進行はより急激に進行し、対策は追いついていないばかりか、さらに悪化し世界最悪レベルとなった。（環境省ホームページ：インドネシアにおける環境汚染の現状と対策、じゃかるた新聞 2019/08/02 他）

- 本事業の普及対象技術

弊社の保有する炭素材料技術により、大気中の窒素酸化物（NO_x）を吸着し、高い効率で除去する高活性炭素繊維（ACF）を開発した。ACFを成型加工によりスリット構造とし、通風性を有するACFユニットとして、道路沿道などにおける大気浄化製品とした。ACFユニットは、電気動力を一切用いないエネルギー不要の製品で、通過する空気中のNO₂を80%以上浄化できる。また、ACFに、吸着したNO_xをNO₃⁻イオンへ酸化する触媒機能を付与しており、簡易な水洗いによりNO_x浄化性能を再生することができる。

- 本事業の目的／目標

本事業では、ACFユニットを、交通渋滞の激しいジャカルタ幹線道路沿いの病院前に設置し、局所的な大気中のNO_x濃度の低減効果を実証する。それらのデータを基に、日本や中国でこれまで実施したデータ等と比較分析することで、最適な設置により何%程度のNO_xの低減効果が見込める、といった見通しを示すなどすることで、インドネシア政府が大気汚染対策の検討を行う材料を提供することを目標とする。ビジネス面では、本事業の成果を元に、インドネシア公共事業・国民住宅省（PU）、ジャカルタ州政府（DKI）等地方自治体へのPRを進め、道路管理者の需要を掘り起こす。現地の道路工事関係者、コンサルタント企業へも調査を行い、これらにより、ACFの具体的な市場規模を把握する。また、技術セミナー、現場見学会等で関係者のACFに関する理解を醸成し、公共調達によるACFの導入が検討されることを目標とする。

- 本事業の実施内容

本ジャカルタ市南部のファットマワティ総合病院前の国道は、渋滞による排ガス汚染が激しく、上部に高速道路の高架もあり、NO_xが高濃度に滞留し、健康被害に敏感な通院患者らの保護のため、ACFユニットの設置が急務であることが判った。本事業の現地活動では、この病院前の道路端に、ACFユニットを50m区間設置し、周辺大気の浄化効果を測定する。

また、本邦受入活動においては、カウンターパートであるインドネシア公共事業省の実務者を招へいし、日本国内のACF大気浄化施設の設置箇所や他の大気汚染対策施設の見学、弊社において技術セミナーの開催等を行う。これらの活動を通じて、日本の優れた大気汚染対策技術の理解を深め、インドネシアにおける大気環境政策立案を可能なレベルとし、また、人的ネットワークの構築につなげる。

- 本事業の結果／成果

現地活動では、2018年9月にジャカルタ市のファットマワティ総合病院前の国道 JL Simatupang において、ACFユニットを50m区間安全に設置した。ACF周辺の大気環境測定を、設置前1回、設置後1年間で計4回実施し、ACF前（車道側）/後（歩道側）の比較で平均約60%のNO₂除去率を確認できた。また、設置前の周辺大気はインドネシアのNO₂環境基準を大きく超過していたが、設置後1年間に渡り、周辺の環境基準を達成できた。日本と異なり、インドネシアでは乾季には数か月に渡り殆ど雨が降らないため、洗浄による性能回復が乏しく、乾季に若干性能が低下したが、人による簡易な水洗で回復できることを確認した。また、当初計画には無かったが、PUからの要請を受け、最近ジャカルタで特に問題視されているPM_{2.5}の測定を実施し、平均約40%の除去率を確認し、周辺の環境基準も達成できた。これらの結果を基に、2019年11月22日に、PU道路総局でACF技術セミナーを開催し、カウンターパートである道路総局各部署を始め、PU以外の機関である環境林業省（KLHK）、DKI、バス運行会社であるトランス・ジャカルタなどから、約50名の多数に参加頂き、本事業の成果をPRした。

本邦受入れ活動では、2019年7月に本事業のカウンターパートである公共事業省道路総局職員2名を受入れた。滞在期間は7月21日～7月28日であり、受入者は当初計画より3度の変更を経て、公共事業省環境・道路安全課より1名、第5国道事務所（パレンバン）より1名の2名となった。8日間の滞在中、ACF設置場所の見学、ACF研究開発の現場見学と実習、関連機関との打合せ等を経て、ACF技術の信頼性を高め、また日本の環境技術と政策への理解を深め、人的ネットワークも構築できた。

- 現段階におけるビジネス展開見込み

本事業の成果を受け、弊社グループでは、現段階でのACF大気浄化ユニットのビジネス展開を決定している。

- ビジネス展開見込みの判断根拠

ビジネス展開を行えると判断した根拠としては、下記の事項に基づく。

- (1) ACF大気浄化ユニットがインドネシア・ジャカルタの気候・気象・環境下でも効果的にNO₂を除去できたこと。
- (2) インドネシアにおける大気汚染は増々深刻化しており、住民が行政機関に対し訴訟を起こすなど、大気環境への関心と対策へのニーズが高まっていること。
- (3) PU道路総局の担当者レベルではあるが、日本の援助を受けてACF設置を進めていきたいとの意見を得られたこと。

- ビジネス展開に向けた残課題と対応策・方針

ビジネス展開へ向けた残課題として、いくつか挙げられるが、端的には道路沿道にACFを設置するための予算である。現在、インドネシアの国家中期開発計画で道路整備に必要とされる1340億USDに対し、政府予算でカバーできる割合は3割程度しかない。そのため、PPPや政府援助などで予算を確保しなければならない（第31回日本道路会議講演会資料）。この様な状況の中、環境対策とし

て予算を優先的に執行するための仕組み、戦略立案が重要であるが、大気環境の目標を作成するのは前述のKLHKであり、道路整備の予算はPUが策定するため、両者の連携と目標共有が必要となってくる。一方、インドネシアの主要都市では道路の国から地方自治体への移管が進んでおり、ジャカルタ州を始めとする自治体での独自策の重要性も高い。KLHKとの打ち合わせにおいても、その点が強調されており、ジャカルタ州では大気汚染対策のグランドデザインを作ることになっており、KLHKがサポートをしているとのことであった。

以上のような状況から、今後はPUとの連携、ACF設置提案は引き続き行うこととし、本事業に直接関与しなかったジャカルタ州を始めとする地方主要都市（例：バンドン、パレンバン、スラバヤ、スマラン等）への働きかけも必要である。地方都市への提案に関しては、地方都市協議会（APEKSI）や、国家開発企画庁（BAPPENAS）とも連携する必要がある。

- 今後のビジネス展開に向けた計画

本事業成果に基づき、PUとKLHKへの政府援助を活用した計画立案への働きかけを行う。直近では、本事業の当初企画で提案した、DKI傘下のトランス・ジャカルタのバス停への設置を協議している。詳細は現在も協議中であるが、バス停1か所に試験的にACFユニットを設置し、その効果をモニターし乗客市民に公開しPRする計画である。また、そこで用いるACFユニットは、本事業で用いたタイプよりも、現地で関心の高いPM2.5の除去能力を高めたものにする予定である。これらビジネス展開のため、2019年に設立した弊社グループのPT OGIインドネシアを営業支援拠点として進める計画である。

- ODA事業との連携可能性について

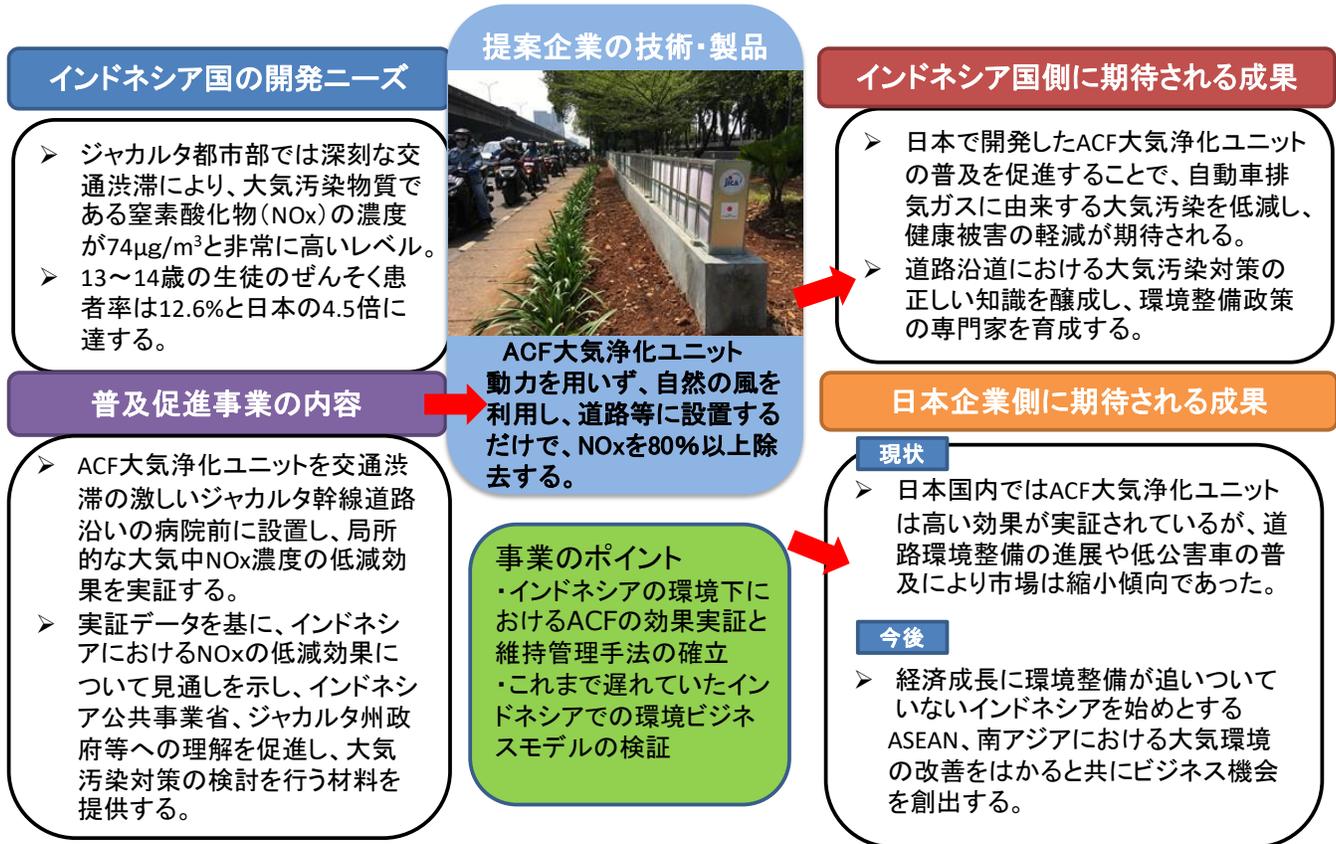
前述の通り、インドネシアでの道路整備の実施にはPPPや政府援助などが必須の状態であり、PU担当者からも日本の援助を期待する意見が多くある。但し、ACF大気浄化ユニットの実際の設計、F/S、建設等の経験はPUにはないため、日本からの指導を受けて進める必要があり、技術協力などのスキームが適していると考えられるが、詳細はJICA殿、現地の関係者と協議して決めていく。

1.2. 事業概要図



インドネシア共和国 ACF大気浄化ユニット普及促進事業 大阪ガスエンジニアリング株式会社

1



第2章 本事業の背景

2.1. 本事業の背景

- 対象国・地域・都市の政治・経済の概況

インドネシアは国土面積約 189 万平方キロメートル（日本の約 5 倍）であり、約 13,500 の島々からなる世界最大の島嶼国家である。人口は約 2.55 億人（2015 年）であり、中国、インド、米国に次いで世界第 4 位の人口を有す。総人口の約 6 割が、全国土面積の約 7%に過ぎないジャワ島に集中している。宗教はイスラム教約 87%、キリスト教約 9.8%であり、世界最大のイスラム人口を有する。

政治は、共和制の下、34 州から構成される。国家元首は大統領（大統領は、国家元首であると共に行政の長でもある）であり、現大統領は、ジョコ・ウィドド大統領（2014 年～、2019 年に再選）である。議会は、国会（DPR）（立法機能、国家予算作成機能、政府に対する監視機能）、及び地方代表議会（DPD）（地方自治等に関する法案の提言、審議への参加）がある。また、国会議員（560 人）と地方代表議会議員（132 人）で構成される国民協議会（MPR、憲法の制定及び改正、大統領・副大統領の任期中の解任）がある。

インドネシア経済は、世界金融・経済危機の影響を受けた 2009 年も比較的高い 4.6%の伸び率を達成し、その後も一貫して 5～6%の堅調な経済成長を維持している。世界経済の成長鈍化や米国の金融緩和縮小等の影響を受け、2015 年の成長率は 4.8%と減速したものの、2016 年は 5.02%と 5%台を回復した。失業率は、2006 年には 10%を超えていたが、2016 年 2 月には、5.5%まで低下した（中央統計局統計）。ただし、毎年 250 万人が新規に労働市場に参入すると試算されており、それを吸収する雇用を創出するためには年率 6%以上の経済成長が必要との指摘もある（以上外務省ホームページ 最近のインドネシア情勢）。

本事業の対象都市であるジャカルタ首都特別州は、ジャワ島北西部に位置し、ジャワ海に面している（地図）。面積では国土の 0.04%の広さしかないが、人口約 1,000 万人で、総人口の 4%を占め、人口密度は東京の 2.4 倍になる。ジャカルタ（Jakarta）と周辺のボゴール（Bogor）、デポック（Depok）、タンゲラン（Tangerang）、ブカシ（Bekasi）を含めた地域、いわゆるジャボデタベック（Jabodetabek）首都圏には約 3200 万人が居住しており、地域経済規模は GDP の約 3 割に達し、一人当たり GDP は 1 万 4000 ドルと他の州の 4 倍以上突出している。このようにジャカルタ首都圏への経済の集中と人口過密が問題となっている。そのため、現職のジョコ・ウィドド大統領は再選後の 2019 年 8 月に首都をカリマンタン島に移転する方針を表明している（以上 J E T R O ホームページ）。

- 対象国・地域・都市が抱える開発課題

インドネシア、ジャカルタ首都特別州は、前述の経済集中・人口過密から、深刻な交通渋滞による大気汚染が問題となっている。2013 年の車両登録数はバイク 1200 万台、乗用車 300 万台、トラック 62 万台、バス 36 万台と、東京の 2 倍以上あり、道路整備の遅れもあり、大気汚染が深刻化している。

このため、インドネシアでは 1988 年に最初の大气環境基準が定められ、さらに 1999 年に大気汚染の防止に関する政令が制定され、工場の排出基準が定められ、施行が義務化されている。また、1992 年より大気汚染物質の排出削減を目指して、ブルースカイプログラムと呼ばれるプログラムに取り組んでいる。その後、2014 年に就任したジョコ・ウィドド大統領の中期開発計画では、2014-2019 年に大気汚染排出量を 15%削減し、全国 45 市において大気モニタリング体制を強化し、大気環境基準の適合を目指す

としている。しかし、交通渋滞による大気汚染の進行はより急激に進行し、対策は追いついていない。
 (環境省ホームページ：インドネシアにおける環境汚染の現状と対策) そのため、ジャカルタでは肺がん・ぜんそく等の呼吸器疾患の原因となる窒素酸化物 (NO_x) の濃度は、2013年度には2008年度の3倍の $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という危険なレベルに達し (Jakarta Polices Traffic Directorate, BPLHD Jakarta, 2014)、13~14歳の児童のぜんそく患者率は12.6%と日本国内平均の4.5倍に達する (International Study Asthma and Allergies in Childhood 2012)

弊社大阪ガスグループでは、2030年度に向けた「長期経営ビジョン2030」と、2017年度から2020年度までの4カ年を対象とする「中期経営計画2020」の中で、従来の国内エネルギー事業に加え、海外エネルギー事業とLBS (ライフ&ビジネスソリューション) 事業を3つの柱とした経営戦略を立てており、OGインドネシアを設立したこともこの戦略に基づく。本事業の成果を発展させたビジネスとなる「海外における環境ソリューション、材料ビジネス」はこの戦略に合致したものである。

2.2. 普及対象とする技術、及び開発課題への貢献可能性

2.2.1. 普及対象とする技術の詳細

技術の特徴

弊社の保有する炭素材料技術により、大気中の窒素酸化物 (NO_x) を吸着し、高い効率で除去する高活性炭素繊維 (ACF) を開発した。ACFを成型加工によりスリット構造とし、通風性を有するACFユニットとして、道路沿道などにおける大気浄化製品とした (図1)。ACFユニットは、電気動力を一切用いないエネルギー不要の製品で、通過する空気中の NO_2 を80%以上浄化できる。また、ACFに、吸着した NO_x を NO_3^- イオンへ酸化する触媒機能を付与しており、簡易な水洗いにより NO_x 浄化性能を再生することができる (図2)。

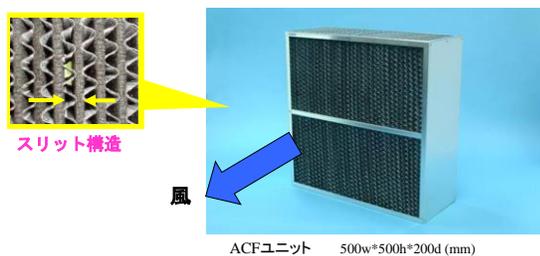


図1. ACFユニットの構造

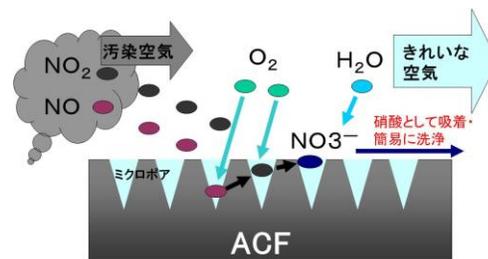


図2. ACFの NO_x 除去メカニズム

- 国内外の販売実績

ACFは弊社グループで1985年に工業生産を開始し、これまでに家庭用浄水器、空気清浄機などの広い分野で使用されており、一般ACF製品の国内シェアは40%である。このACFを道路分野における大気浄化へ応用すべく、20年に渡り実証試験を重ねてきており、特許取得・製品化の結果、国土交通省により、次の主要な大気汚染箇所採用されており、各地点の局所的大気環境改善に実績がある。

・福岡県国道3号、・大阪市西淀川区国道43号、・大阪市港区国道43号交差点・東京都板橋区大和町、・名古屋市南区国道23号遮音壁(図. 3)。また、海外では、中華人民共和国北京市(図. 4)に設置している。



図3. 名古屋市 国道23号



図4. 北京市 清華大学構内

大気環境改善の実績として、大阪市港区国道43号交差点では、周辺のNO₂濃度が6ppb低減した。この低減量は、大型車交通量が1日で約2000台減少したことに相当する(国交省大阪国道事務所 2009年3月記者発表。図5)。また、名古屋市国道23号では、2013年2月の設置後、2014年度の大気常時観測局の測定結果が、年間98%値で46ppbと、前年比10ppbも低減し、高い効果を示した(国交省中部地方整備局 平成27年6月発表)。

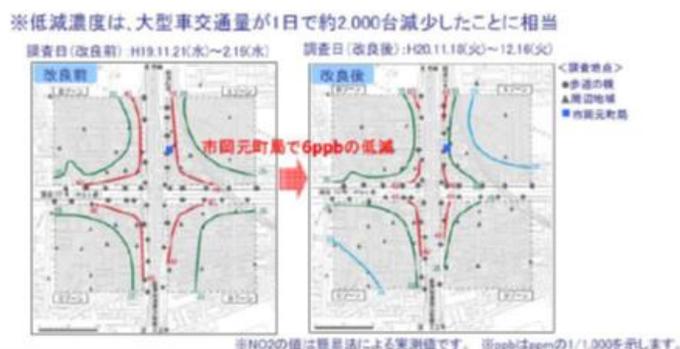


図5. 大阪市 国道43号における大気環境改善事例

- 価格(単価)

ACF大気浄化ユニットの単価は65000円である。(施工費用除く)

- 経済性

本製品の経済性について、他社技術との比較を表1に示す。

表1. 本技術と他社技術との比較

	本技術 ACF	NO _x 削減防音壁 (光触媒塗装)	EAP (土壌脱硝)
製品画像	 大阪市国道43号		 西宮市国道43号
発売開始年	2007年	1996年	1993年
特徴	動力不要で自然風のみを利用し、NO ₂ を80%除去	防音壁の表面にNO _x を分解する光触媒を塗装	大気をファンで吸引し、土壌中の微生物で分解
機能①	NO _x 浄化量 1.4g/m ² ・日	NO _x 浄化量 0.009g/m ² ・日	NO _x 浄化率80%
機能②	騒音低減	騒音低減	-
特記事項	水洗いで性能を回復	通風性がなく浄化量が小さい	大規模な土地と電力が必要

ACFユニットのNO_x除去性能は、大阪市国道43号における国土交通省の測定で、1.4g-NO_x/日・設置m²と実証されており、これは、光触媒塗装壁の値(0.009g/m²・日)より100倍以上大きい。また、道路沿道における大気浄化としては、土壌脱硝も知られているが、汚染大気をファンで強制的に土壌層に通すため、膨大な電力と、大きな設置スペースが必要である。ACFユニットはファンが不要で、設置スペースも非常に小さい。ACFの最大の特徴は、前述の水洗による再生可能な点で有り、この効果は国内で設置後8年以上経過しても継続して発現している。

- 技術の安全性

ACFは電気動力等を一切用いず、自然風と車両の走行風のみを利用する、安全性の高い技術であり、これまで全ての設置箇所において無事故である。ACFは炭素100%の難燃性であり、UL94規格の難燃性の認証を受けている。フレーム等支持材料はすべてアルミ製である。

- 環境への配慮

ACFは前述の通り、簡易な水洗いによりNO_x浄化性能を再生することができるが、洗浄後の排水に含まれるNO₃⁻イオンも、大阪市港区の検証で、一般下水排水基準である100ppm以下であることを確認している。

- 技術の評価

日本吸着学会技術賞（2010年）、エネルギー資源学会 学会賞（2012年）、

大阪工業技術賞（2012年）

特許第4637126号「空気浄化ユニット、空気浄化フェンス構造体、及び、空浄化法」

特許第4898757号「吸遮音性能を有する浄化ユニット、及びこれを用いた浄化構造体」等

- 対象国における競合技術との比較

インドネシアにおいては、道路環境の整備対策が遅れており、弊社の調査した範囲では競合技術は見当たらなかった。

2.2.2. 開発課題への貢献可能性

ジャカルタの深刻な交通渋滞が起こす大気汚染の経済的な被害額は、2012年の国連環境計画（UNEP）の調査によれば、呼吸器疾患の費用として年間38.5兆ルピア（約3850億円）に達している。（ジャカルタ新聞 2014年5月31日）。従って、このNO_xが局所的に高濃度になる、渋滞の激しい地区にある学校の周辺等500箇所程度で、局所汚染対策を行えば、年間1万人以上の呼吸器疾患の低減効果をもたらす事が期待される。このことにより、地域経済へ数億円規模の経済効果が得られる。

さらに、ACFユニットを事業の伸展性が確認できた時点で、現地合弁会社において生産し、インドネシアをASEANと南アジア向けの生産拠点とすることにより、現地経済規模も拡大が図れる。

第3章 本事業の概要

3.1. 本事業の目的及び目標

3.1.1. 本事業の目的

本事業においては、日本で普及し性能が実証されたACF大気浄化技術を、インドネシア・ジャカルタの道路へ設置し、熱帯の気候と日本より深刻な渋滞道路において性能を実証し、その効果を官民広くPRすることを目的とする。特に、大気汚染の健康被害に敏感な児童・生徒・患者等が滞留し、優先的に対策すべき幹線道路沿いの病院前の設置する計画とした。

3.1.2. 本事業の達成目標（対象国・地域・都市の開発課題への貢献）

本事業では、ACFユニットを、交通渋滞の激しいジャカルタ幹線道路沿いの病院前に設置し、局所的な大気中のNOx濃度の低減効果を実証する。それらのデータを基に、日本や中国でこれまで実施したデータ等と比較分析することで、最適な設置により何%程度のNOxの低減効果が見込める、といった見通しを示すなどすることで、インドネシア政府が大気汚染対策の検討を行う材料を提供することを目標とする。

3.1.3. 本事業の達成目標（ビジネス面）

本事業の成果を元に、インドネシア公共事業省、ジャカルタ州政府等地方自治体へのPRを進め、道路管理者の需要を掘り起こす。現地の道路工事関係者、コンサルタント企業へも調査を行い、これらにより、ACFの具体的市場規模を把握する。また、技術セミナー、現場見学会等で関係者のACFに関する理解を醸成し、公共調達によるACFの導入が検討されることを目標とする。さらに、現地生産の検討材料となるコスト／ベネフィット分析を、2016年に設立した弊社グループの大阪ガスシンガポール(株)ジャカルタ駐在員事務所（2019年よりPT OGIインドネシア）と連携し行う。

以上の活動により、本事業ではこれまでPUでは検討されなかった大気汚染による住民の健康被害対策を、インドネシアの道路環境整備において取り入れる契機とすることを目標とする。

3.2. 本事業の実施内容

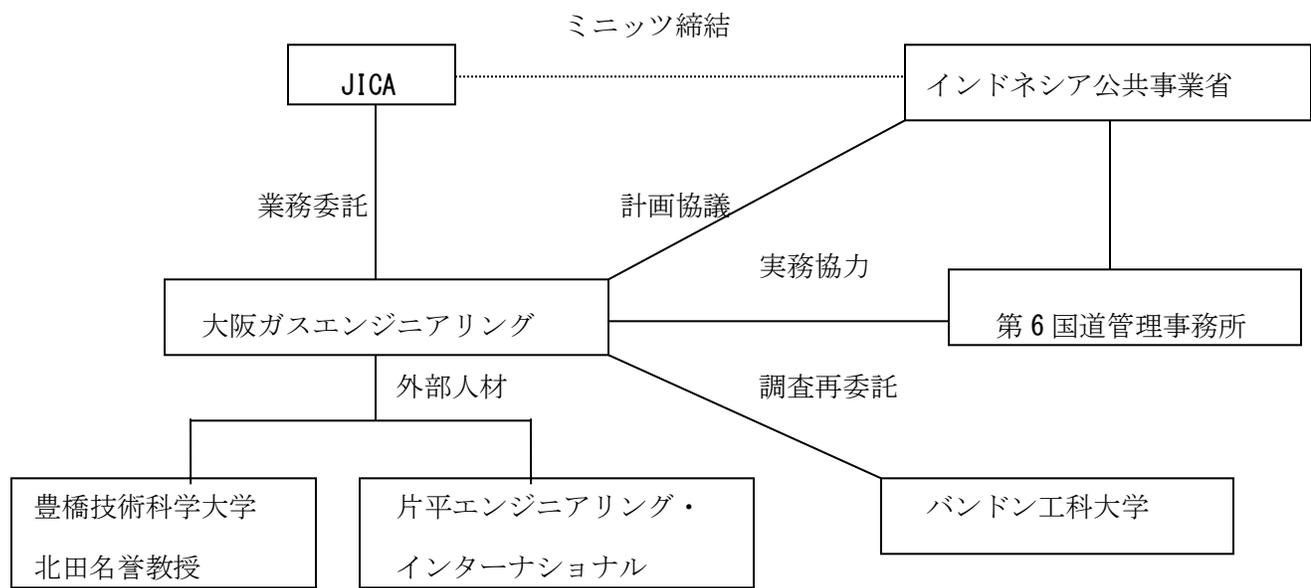
3.2.1. 実施スケジュール

本事業は2018年6月～2020年1月に渡り実施し、その期間に6回の現地活動と1回の本邦受入活動を予定する。

3.2.2. 実施体制

提案法人である大阪ガスエンジニアリング(株)から、業務主任としてエネルギー・環境事業部吉川が事業全般の運営管理と実務を行う。エネルギー・環境事業部長増田、加藤は計画・安全管理を、山口は現地調査と施工管理の補佐を行う。支援体制として、ACFの品質管理と現地での測定には、グループ企業である大阪ガス(株)エネルギー技術研究所及び大阪ガスケミカル(株)フロンティアマテリアル研究所が分析、データ解析等のバックアップを行う。外部人材として、ACFの構造・大気浄化解析およびインドネシアでの研究協力に長年の経験と知見を持つ豊橋技術科学大学北田名誉教授が支援する。また外部人材として、インドネシアでの道路建設に経験とノウハウの豊富な片平エンジニアリング・インターナショナル(株)か

ら支援を受ける。また、現地でのパートナーとして、バンドン工科大学の支援を受け、現地測定、分析、アンケート調査、セミナーの協力など全般的協力を受ける。



	機材名	価格	数量	用途	納入年月	設置先
1	ACF 大気浄化ユニット 収納金具、基礎工事、輸送、関 税費含む	5,013,000 円	100 台	効果実証	2018 年 9 月	ジャカルタ 国道 Simatupnag

第4章 本事業の実施結果

4.1. 第 1 回現地活動（2018 年 7 月 26 日～8 月 12 日）

概要

これまでの現地準備調査の結果、ジャカルタ市南部のファットマワティ総合病院前の国道は、渋滞による排ガス汚染が激しく、上部に高速道路の高架もあり、NO_xが高濃度に滞留し、健康被害に敏感な通院患者らの保護のため、ACFユニットの設置が急務であることが判った。この病院前の道路端に、ACFユニットを50m区間設置し、周辺大気浄化効果を測定する計画である。今回の第1回渡航では、ACF設置の計画詳細決定と設置前環境計測を行うことを目的とした。その結果、ACF設置工事の開始に必要な工事許可の発行準備を終え、また現地環境計測でACF設置個所のNO_x大気汚染濃度が極めて高いことを確認した。

4.1.1 ACF設置の計画詳細決定

- (1) インドネシア公共事業省（以下PU）道路総局 環境・道路安全課を訪問し、7月新任のKamal課長に本事業の概要説明を行い、合わせて本邦受入れについて候補者の選定を依頼した。



PU環境・道路安全課 左から3人目がKamal課長

- (2) ACF設置工事を発注したMKS社と施工計画について繰り返し協議を行った。

（7月26日～8月6日：MKS Hendrik社長以下、吉川、片平E I渡辺氏、現地傭人Anggara氏、第6国道管理事務所：Eka氏、Asep氏、PPK2：Mariaマネジャー、Chandra氏他）

その中で、インドネシアでの公共工事には銀行保証が必要であるが、本事業の発注者は日本サイドであり、銀行保証の発行に必要な手続きが困難であることが判明した。



MKS社 左から2人目が Hendrik 社長



P P K 2での協議 中央が Asep 氏

このため、第6国道管理事務所、設置エリアの道路維持管理を担うP P K 2と協議し、

本事業の概要とACFユニットの設置についてはJICA-PU間のミニッツに基づくものであることを現場担当官らに説明を行い、銀行保証の発行に必要なレターをP P K 2より受領した。

- (3) 上記をふまえ、MKS社にACFの施工を早期に開始するための銀行保証等手続きを急ぎ取得させ、工程を再度協議した。(8月7日~8月10日:MKS Hendrik 社長以下、吉川、片平 E I 渡辺氏、現地備人 Angara 氏、第6国道管理事務所:Eka 氏、Asep 氏、P P K 2: Maria マネジャー、Chandra 氏他)

ただし、最終の工事許可は、

- ・ P P K 2 立ち合いの下、現地調査と設置位置のマーキング
- ・ 基礎工事で掘削を行うため、地下埋設物の調査
- ・ 銀行保証内容に関する施工業者MKSとP P K 2との議事録作成

を行った上、P P K 2より第6国道事務所へ申請し、そこで工事許可(Technical Recommendation)の発行を受けるプロセスが必要であった。

これらの複雑な手続きと協議を繰り返し行い、埋設物調査等の作業を完了し8月10日に Technical Recommendation の発行手続き完了までを行った。

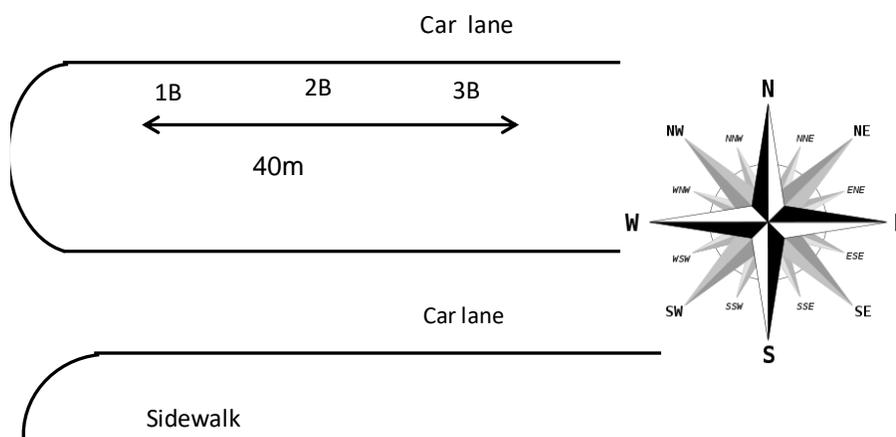


P P K 2 立ち合い 現地調査の状況

4.1.2 ACFユニット設置前の環境計測

ACF設置箇所周辺大気の設定前の環境計測を行い、設置後の効果解析のベースデータとする。現地再委託先のバンドン工科大学の協力を受け、ACFユニット設置前の現地環境計測を行った。（7月30日～8月3日、バンドン工科大：Asep 講師他、吉川、片平E I 渡辺氏、現地傭人 Anggara 氏

ACF設置予定箇所の区間約40mに3点計測器を設置し、上記月～金の期間中毎朝・夕のラッシュ時に大気中のNO₂濃度、気温、湿度、風向、風速を測定した。NO₂濃度はガステックGSP-300-F T 2 サンプラーを、気温、湿度、風向、風速はKestrel Weather Meter を用い計測した。



環境計測地点



ACF 設置予定箇所の環境計測状況

計測データを表 4.1.1 (朝)、表 4.1.2 (夕)、および図 4.1.1 にまとめる。気温は 30~35℃、湿度は乾季であり、36~63%と低かった。風向はほぼ道路沿いの若干北より、ENE が支配的であった。風速は 0.3~2.2 m/s の範囲で、平均すると 1.0 m/s と日本国内の道路沿いとほぼ同一であった。

NO₂ 濃度は 0.02~0.1 ppm、平均すると朝は 0.049 ppm、夕は 0.085 ppm と非常に高くなった。8/2 の朝は前夜に雨が降ったため、一時的に下がったが、その日の夕には非常に高くなった。交通渋滞により NO₂ 濃度は蓄積していき夕刻に高くなると考えられる

表 4.1.1 ACF 設置前環境計測結果 (朝)

Time Zone	Morning				
Date	7/30	7/31	8/1	8/2	8/3
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
Time	10:00	8:00	9:30	9:30	9:15
Measurement location					
1B Morning	NO₂ (ppm)	0.08	0.06	0.07	0.02
2B Morning		0.06	0.07	0.06	0.03
3B Morning		0.06	0.06	0.06	0.04
Temp.	33.3	33.2	33.1	35.6	33.4
Humidity	47-55	55	54	36	42
Wind Direction	ENE	ENE	ENE	NE	ENE
Wind velocity	0.5~2.2	0.6	1~1.6	0.3~1.8	1.0

▲Rain

表 4.1.2 ACF 設置前環境計測結果 (夕)

Time Zone	Evening				
Date	7/30	7/31	8/1	8/2	8/3
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
Time	16:30	17:00	17:30	16:40*	16:20
Measurement location					
1B Evening	0.08	0.08	0.09	0.10	0.08
2B Evening	0.08	0.09	0.08	0.10	0.09
3B Evening	0.06	0.09	0.08	0.10	0.08
Temp.	34.3	31.7	30	32.7	31
Humidity	52	58	63	55	52
Wind Direction	ENE	NE	SE	ENE	ESE
Wind velocity	0.5~2.2	1.0	0.3-0.5	0.8~1.3	0.6~1.0

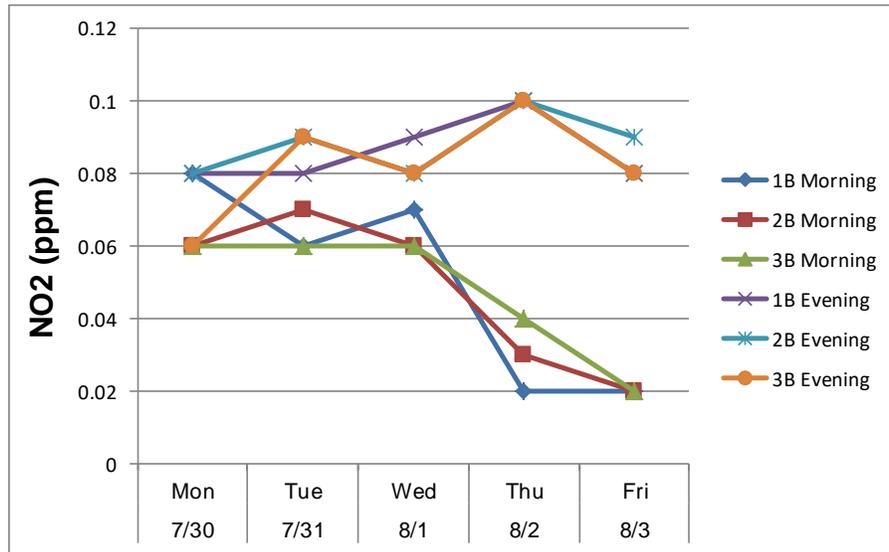


図 4.1.1 NO₂ 濃度期間変動

日本の NO₂ 環境基準は 0.04~0.06 ppm のゾーン内またはそれ以下であり、また、日本国内の主要道路における NO₂ 濃度の年平均 (自排局濃度) は 0.019 ppm であり (環境省 環境白書平成 29 年版)、短期間の測定であるがその 2~4 倍の濃度が測定された。また、道路近傍の濃度以外に、生活空間での濃度も測定することを目的として、8/2 夕に測定点から 5 m (緑地帯後方)、11.5 m (側道歩道)、26.5 m (病院敷地内) 離れた地点での計測も行ったが、ほとんど濃度低下は無く、病院敷地内でも高濃度の NO₂ が測定された (図 4.1.2)。

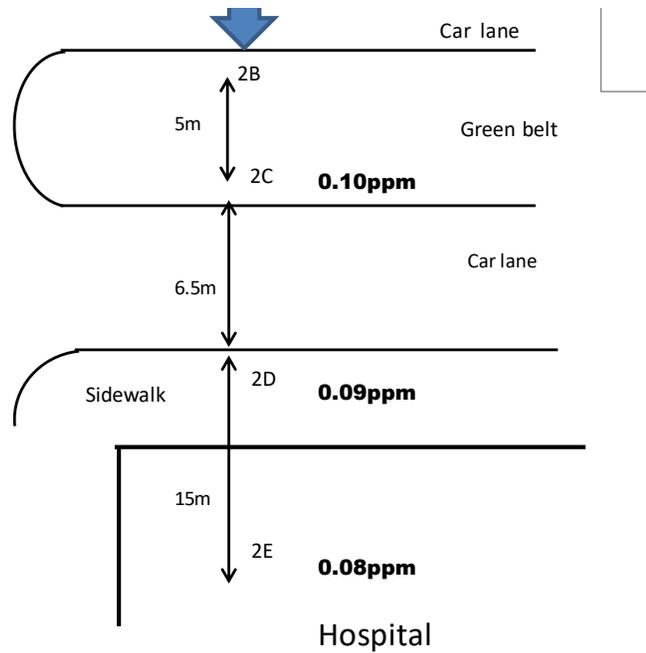


図 4.1.2 車線から離れた地点でのNO₂濃度



車線から離れた地点での計測状況

課題

今回の計測の結果、A C F 設置予定箇所の Jalan TB Simatupang, Fatmawati 総合病院前では日本の環境基準、国内平均を超える NO₂ 濃度が高頻度で認められ、また、病院の敷地内においても濃度の低下は少なく、排ガスによる汚染対策が急務であることが判った。

4.2. 第2回現地活動（2018年8月16日～9月19日）

概要

第2回の現地活動では、病院前の道路端に、ACFユニットを50m区間安全に設置し、周辺大気の浄化効果を測定することを目的とした。滞在期間は8月16日～9月19日であり、渡航者は業務主任として吉川、施工管理と計測支援に渡辺、村瀬が参画した。その結果、ACF設置工事を安全に目標期間内に完了することができた。また、設置後の環境計測でACFによるNO₂大気汚染濃度の除去率が70%程度と日本国内の結果と同等の効果が得られたことを確認した。

4.2.1 ACF設置工事

前回第1回の現地活動の結果、ジャカルタ市南部の国道JL Simatupang（図4.2.1、4.2.2）において、カウンターパートであり道路を管理するインドネシア公共事業省第6国道管理事務所より、ACF設置工事の開始に必要な工事許可の発行準備を終えていた。ところが、施工開始直前になり、アジア大会（8月18日～9月2日）期間中の一切の道路工事禁止通達が、ジャカルタ特別州（DKI）の道路総局より発令されたことが判明し、DKIのエリア担当者と、我々のカウンターパートであり道路管理者である公共事業省第6国道管理事務所傘下のPPK2（維持管理事務所）との間で行われた。PPK2側の参加者はプロジェクトマネージャMaria Christine氏、Chandra氏、DKI側はエリアマネージャのDarsono氏である。その結果、本工事は道路内の緑地帯において行い、車線の規制は不要であること、外部から目立たないようサインボード（横断幕）を設置すること、および重機は用いないことの条件で工事が可能となった。また、工事に際しての緑地帯の保護と復旧条件については、弊社とDKIのエリア担当者との間で行った（8月17日）。

これを受け、第6国道管理事務所より正式な工事許可証（Technical Recommendation:添付資料1）の発行を8月20日に受領し、弊社と施工を担当するMega Karya Sampruna（MKS）社とで工程の組み直しを行った。ただし、イスラム教の犠牲祭が8月21日であったこともあり、正式な工事開始は8月24日となった。

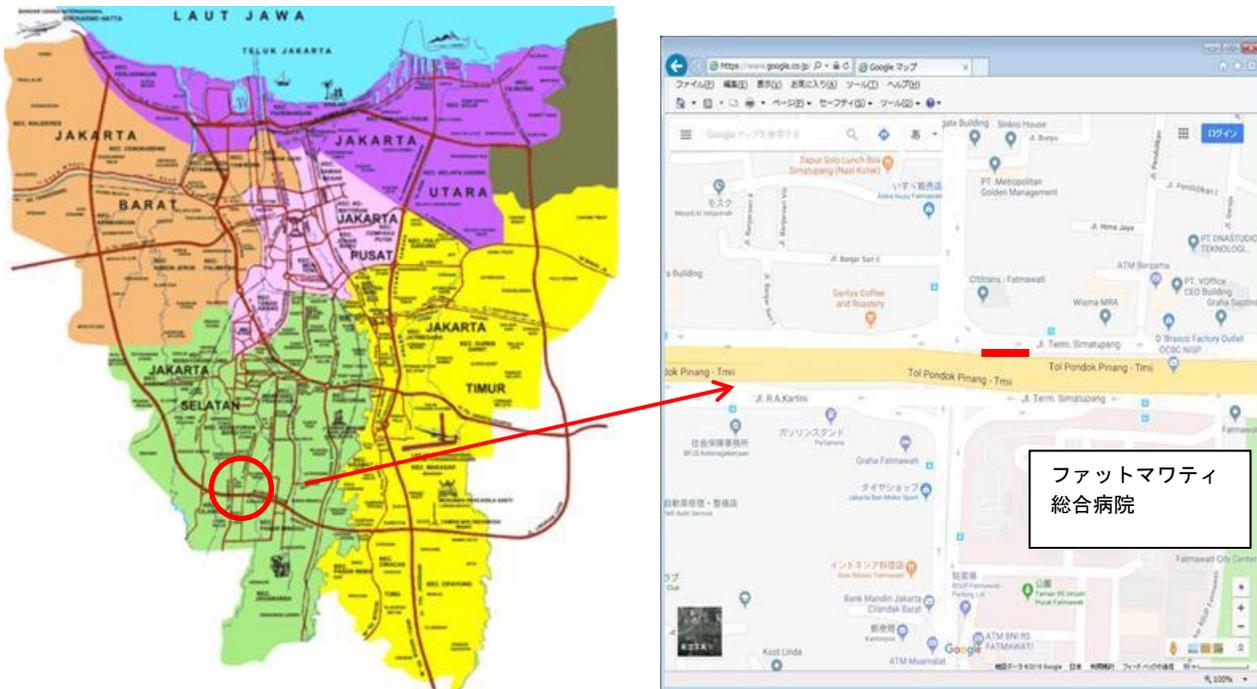


図 4.2.1. 施工位置 : Jalan TB Simatupang, South Jakarta City, DKI Jakarta Province

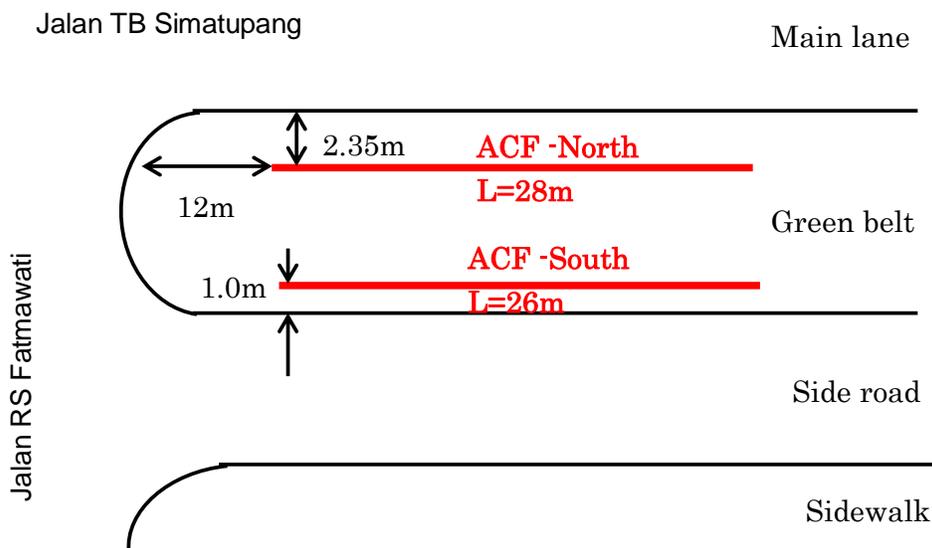


図 4.2.2. ACF 大気浄化ユニット施工配置図

ACF 大気浄化ユニットの施工は、日本国内で実績のあるコンクリート基礎上に 1 段積み、地上高さ 1.2 m の構造で、総延長 50m を図 4.2.2 の通り施工した。尚、当初の計画では車道沿いに 1 列 50m の予定であったが、設置箇所の地下に水道管の可能性があると判明し、これを避ける為、2 列各約 25m の配置とした。効果には支障は無いものとする。

施工は現地の企業 Mega Karya Sampruna (MKS) 社が行い、施工管理を弊社および外部人材の片平エンジニアリング・インターナショナル(株) 渡辺次長とで共同して行った。

ACF の設置工事は前記の通り、埋設物に留意し、またアジア大会中の規制の影響もあり、すべて手作業で行った。

工程としては

- (1) 基礎部の掘削
- (2) 石積み基礎設置
- (3) 基礎コンクリート打設
- (4) ACF ユニット取付

の 4 工程からなる。

留意点としては、

- (1) 地下埋設物の損傷を避ける
- (2) 設置エリアである緑地帯の植栽の損傷を防ぐ
- (3) 設置個所に以前植えられていた木の根っこがあるため慎重に撤去する
- (4) 期間が限られており ACF ユニット取付ボルト埋め込みのためのコンクリート養生期間の見極め
- (5) ACF ユニットの盗難防止措置
- (6) 完成後の緑地帯を清掃する

などであった。

施工図は下記図 4.2.3 の通りであり、ACF ユニットは日本より輸出する時点で鋼製のフレーム (図 4.2.4) 内に充填しており、盗難防止を施した。約 2m 長の鋼製フレームに 0.5m 角の ACF ユニット 4 台を充填した状態で重量は約 50 k g であり、基礎構造は十分加重に耐えられるものである。

現地施工の状況図 4.2.5-1 ~ 8 に示す。

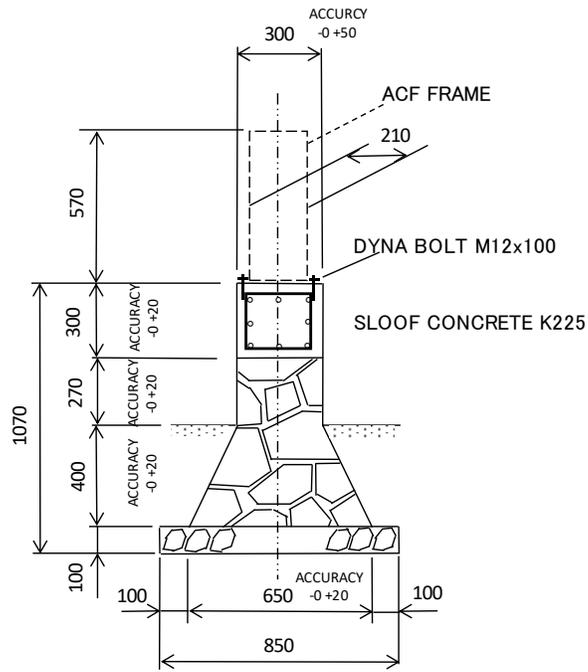


図 4.2.3. ACCFユニット施工図

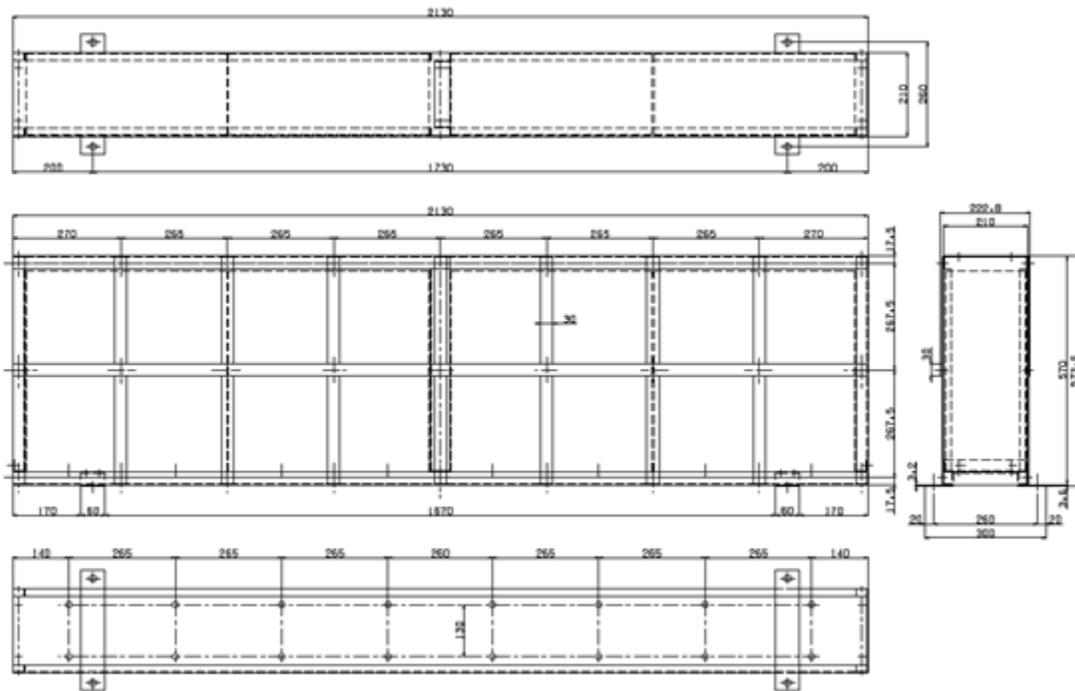


図 4.2.4. ACCFユニット取り付けフレーム



基礎部の掘削



木の根っこの撤去

図 4. 2. 5. -1



石積み基礎の設置

図 4. 2. 5-2



横断幕の設置（工事開始直前の発注となり、設置は8月29日となった）

図 4. 2. 5-3



基礎コンクリート打設

図 4.2.5.-4



基礎コンクリート表面仕上げ

図 4.2.5.-5



ACFユニット取付

図 4.2.5-6



ACFユニット盗難防止措置（取付ボルトをモルタルで覆う）

図 4.2.5-7



完成写真

図 4.2.5-8

以上の工事を期間内に安全に完成し、施工品質に問題の無ことを確認した。

完成後の現地説明会を9月13日に実施し、JICA インドネシア事務所から村田様、山口様、木下様、公共事業省から JICA 専門家提箸様、第6国道管理事務所の技官 Chefin 氏、P P K 2 のプロジェクトマネージャ Maria Christine 氏、Chandra 氏、DKI エリアマネージャの Darsono 氏、弊社協力者のバンドン工科大学 Asep 氏、Anggara 氏等にお越し頂いた（図 4.2.6）。見学会では活発な討議があり、施工管理と施工品質について評価頂いた。



図 4.2.6. ACF 大気浄化ユニット完成説明会

また、翌9月14日には、施工後環境計測を公共事業省 環境・道路安全課のKamal 課長、Teguh 係長、Hendra 氏が見学に来られ、ACFの設置方法と効果について質疑を受け、高い関心を示された(図4.2.7)。Kamal 課長(右下写真の左)からは、ACFの施工高さが1.2mと低く、効果が見えにくいのではないかとの質問があった。これに対して、ACFは排ガスの発生源=自動車・バイクのマフラー高さに近接しており、十分な効果が日本における実績でもあったと説明し、了解を得た。



図 4.2.7. 公共事業省 環境・道路安全課の ACF 効果計測見学

4.2.2 設置後環境計測

ACF施工後環境計測環境計測を行い、初期性能を実証することを目的とし、工事完成後、前回と同じく現地再委託先のバンドン工科大学の協力を受け、ACFユニット設置後の現地環境計測を行った。（バンドン工科大：Asep 講師他、吉川、現地傭人 Anggara 氏）

ACF設置箇所の区間に車道側3点、歩道側（ACF背面）に3点計測器を設置し、上記期間の平日中毎朝・夕のラッシュ時に大気中のNO₂濃度、気温、湿度、風向、風速を測定した。

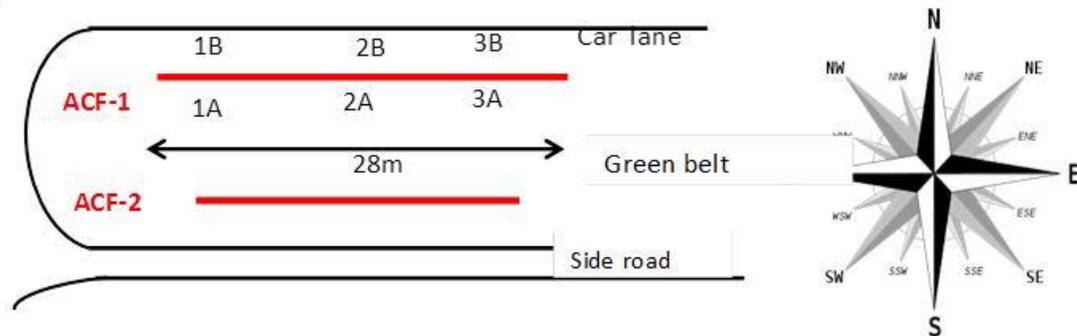


図 4.2.8. 環境計測地点（1B～3B：車道側＝ACF 前、1A～3A：歩道側＝ACF 後）



図 4.2.9. 環境計測地点（左：車道側＝ACF 前、右：歩道側＝ACF 後）

計測データを表 4.2.1 (朝)、表 4.2.2 (夕)、および図 4.2.10 にまとめる。7月の設置前計測と同様、気温は30～36℃、湿度は乾季であり、32～40%と低かった。但し、降雨の影響で、最終日の9月19日は湿度が58%に増加していた。

風向はほぼ道路沿いの若干北より、ENEが支配的であり、風速は0.9～2.2m/secの範囲で、平均すると1.2m/secと日本国内の道路沿いとほぼ同一であった。

車道側のNO₂濃度は0.03～0.10ppm、平均すると朝は0.04ppm、夕は0.06ppmと非常に高くなった(図4.2.10)。

NO₂の除去率は測定日時により40～100%の範囲で変動した。これは、風向が道路沿いのENEが多く、背面からの排ガスの流入もあったためと考えられる。除去率の平均は朝で67.2%、夕は68.8%であった(図4.2.11)。これは日本で計測した値とほぼ同等であった。

表 4.2.1. ACF設置後環境計測結果(朝)

	13th September		14th September		17th September		18th September		19th September	
Morning	NO ₂ (ppm)	Removal(%)								
1A After ACF	0.02	50.0	0.01	75.0	0.02	33.3	0.00	100.0	0.01	83.3
2A After ACF	0.02	50.0	0.02	50.0	0.01	66.7	0.00	100.0	0.00	100.0
3A After ACF	0.03	25.0	0.02	50.0	0.02	50.0	0.01	75.0	0.00	100.0
1B Before ACF	0.04		0.04		0.03		0.04		0.06	
2B Before ACF	0.04		0.04		0.03		0.04		0.06	
3B Before ACF	0.04		0.04		0.04		0.04		0.06	

表 4.2.2. ACF設置後環境計測結果(夕)

	13th September		14th September		17th September		18th September		19th September	
Evening	NO ₂ (ppm)	Removal(%)								
1A After ACF	0.02	75.0	0.02	80.0	0.02	50.0	0.02	50.0	0.02	80.0
2A After ACF	0.02	71.4	0.02	80.0	0.01	75.0	0.00	100.0	0.02	66.7
3A After ACF	0.04	42.9	0.04	55.6	0.00	100.0	0.01	75.0	0.02	50.0
1B Before ACF	0.08		0.10		0.04		0.04		0.05	
2B Before ACF	0.07		0.10		0.04		0.04		0.06	
3B Before ACF	0.07		0.09		0.04		0.04		0.04	

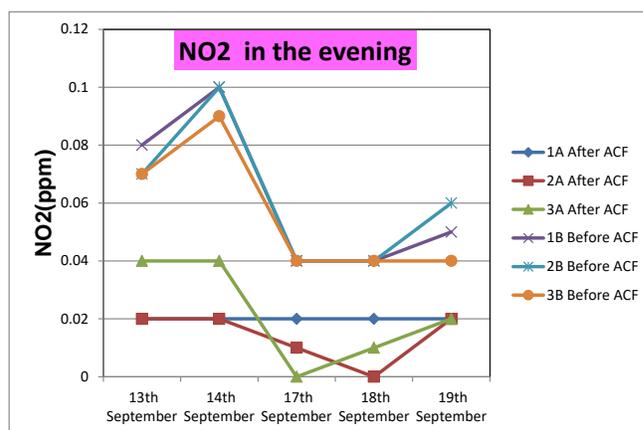
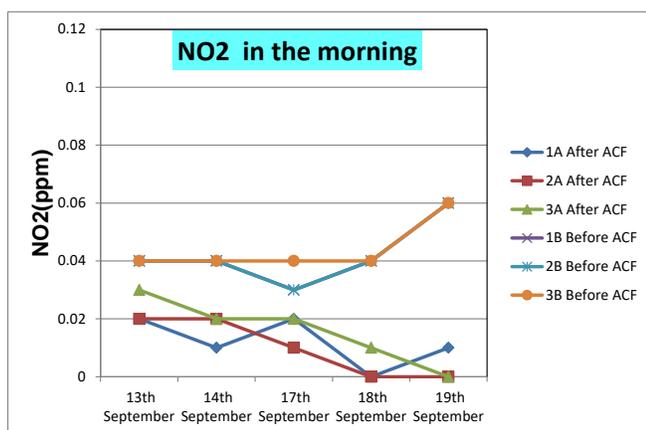


図 4.2.10. ACF設置後のNO₂濃度(左:朝、右:夕)

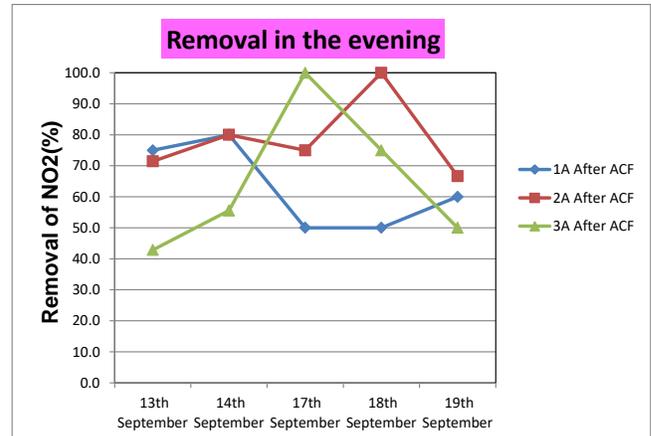
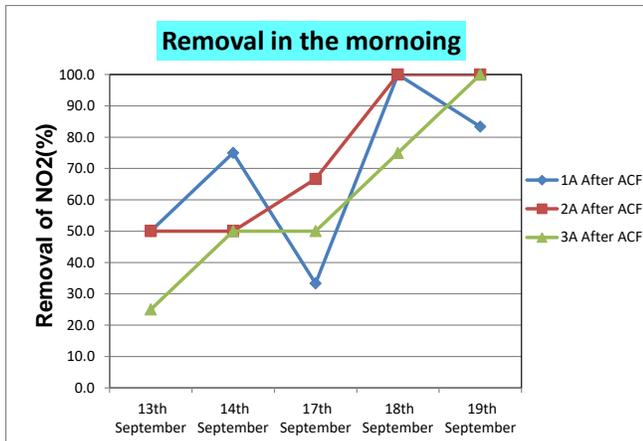


図 4.2.11. ACFのNO₂除去率 (左：朝、右：夕)

課題

今回の第1回設置後環境計測で、ACFのNO₂除去性能は日本国内の結果と同等の約70%であったが、計測日時による変動が若干大きかった。ACFの性能は一日単位で変動する物では無く、これは設置位置の風速・風向により計測に排ガスが流入するためと考えられる。これを防ぐため、大気サンプリング箇所に風の巻き込み防止を検討していくこととする。

4.3. 第3回現地活動 (2018年12月8日～12月22日)

概要

第3回の現地活動は、滞在期間は12月8日～22日であり、渡航者は業務主任として吉川、外部人材として北田名誉教授が参画した。活動の要旨としては、以下の3点になる。

- (1) 設置3ヶ月後のACFユニットの周辺大気環境を計測し、浄化効果を測定した。また設置時期の乾期から雨期に入っており、湿度の効果への影響も調べた。計測は委託先のバンドン工科大学の協力を受けて行った。その結果、NO₂の浄化効果が平均で朝：62.9%。夕：95.8%と、日本国内の実績同様に良好であることを確認した。また、公共事業省 環境・道路安全課からの要望で、NO₂以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂の濃度も参考として計測した。
- (2) 外部人材の北田名誉教授がこれまでに実施してきた、ACFの効果に関する大気シミュレーション解析技術と、そのジャカルタのケースへの検討状況について、公共事業省 環境・道路安全課において説明し、議論を通じて理解を深めた。
- (3) 2019年1月に実施予定であった本邦受入活動の準備として、公共事業省 有料道路・都市・地方道路整備局、環境・道路安全課、および第6国道管理事務所を訪問し、ACFの概要説明とスケジュールの確認を行った。

4.3.1 設置3ヶ月後環境計測

前回と同じく現地再委託先のバンドン工科大学の協力を受け、ACFユニット設置3ヶ月後の大気環境計測を行った。（バンドン工科大：Asep 講師他、吉川、北田名誉教授、現地傭人 Anggara 氏）

期間： 2018年12月10日～15日

ACF設置箇所（図4.3.1）に車道側3点、歩道側（ACF背面）に3点計測器を設置（図4.3.2）し、上記期間の平日中毎朝・夕のラッシュ時に大気中のNO₂濃度、気温、湿度、風向、風速を測定した。また今回は、公共事業省からの要望で、NO₂以外にPM_{2.5}、CO、SO₂の濃度も参考として測定した。さらに、北田名誉教授の大気シミュレーションに用いるべく、鉛直方向濃度差、水平方向濃度差も可能な範囲で測定した。



図 4.3.1. ACFユニット設置状況（2018年12月）

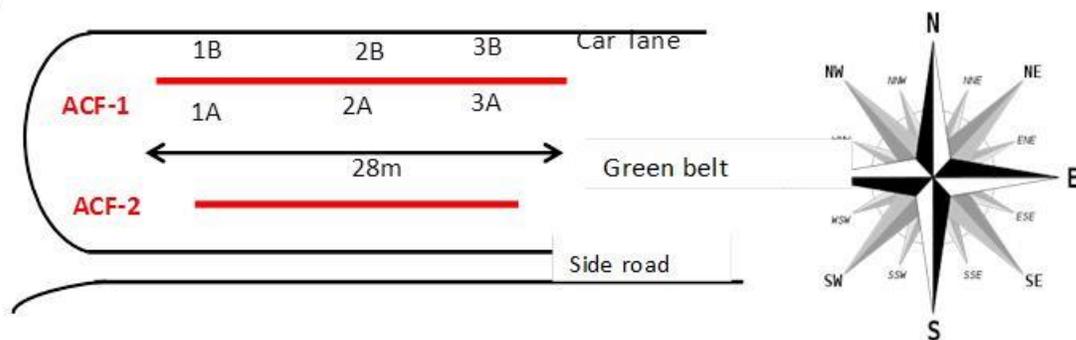


図 4.3.2. 環境計測地点（1B～3B：車道側＝ACF 前、1A～3A：歩道側＝ACF 後）



作業前ミーティング（左端が Asep 講師）



車道側の計測



北田名誉教授



歩道側の計測

図 4.3.3. ACF 周辺の環境計測状況

図に示す通り、設置3ヶ月後のACFに目立った損傷、変形等は無かった。当初懸念された盗難、いたずらも、今のところ見あたらない。大々的な看板、サイン等の設置を当初検討したが、それは逆に周囲の関心を集めるので、目立たないように設置していることが功を奏しているようである。

計測データを表 4.3.1（朝）、表 4.3.2（夕）、および図 4.3.4～5 にまとめる。前回9月の設置後計測と異なり、雨季に入ったため、湿度が60～90%に増加していた（9月は32～40%）。また、12月13日の夕刻は豪雨のため計測できなかった。気温も9月より若干下がり25～31℃の範囲であった。風向は前回ほぼ道路沿いの若干北より、ENEが支配的であったが、今回はランダムで、ENE～南よりのSE、および逆方向となるWNW～WSEも観測された。これは、雨季に特有の事象であると考えられる。風速は0.6～3.4m/secの範囲で、平均すると1.0m/secと日本国内の道路沿いとほぼ同一であった。

今回の車道側のNO₂濃度（Before ACF）は雨季のため0.03～0.07ppmと乾期の前回に比べ若干低くなり、毎夕～夜に雨が降るため朝の濃度は下がっていた（図 4.3.4）。

N₂Oの除去率は朝30～100%の範囲で変動したが、夕刻は75～100%の範囲で安定していた（図4.3.5）。これは、朝の測定のタイミングで風向変動が大きく、背面からの排ガスの流入もあったためと考えられる。除去率の平均は朝で62.9%、夕は95.8%であった。これは日本で計測した値と同等の良好な結果であった。

また今回は北田名誉教授の大気シミュレーションに用いるべく、鉛直方向濃度差、水平方向濃度差も可能な範囲で測定した。その結果、鉛直方向では高さ2.5mにおいて高さ1.0mの約1/2となる濃度差が観測された（図4.3.6）。水平方向は、最終日の12月14日に、ACF背面の直後に加え、2m、10m距離をとった地点の測定を行った（図4.3.7、表4.3.3）。N₂Oに関しては、前日夕刻の豪雨で濃度が低くなっており、有意差の小さい結果となった。一方、参考として測定したCOに関しては、車道の濃度が10～20ppmと高いため、有意差が認められた。

その他、N₂O以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂の結果も参考として示す（図4.3.8、表4.3.4）。図のように、準備の都合上これらは簡易なモニターを用いたため精度は高くなく、SO₂に関しては測定下限以下で有効な測定ではなかった。また、ACFユニットは本来N₂O等ガス状大気汚染物質の除去を目的としており、PM_{2.5}に関しては別の構造が必要となるため、除去率は全般に低かったが、最大で20%程度の除去率を示した。これは弊社における実験室試験の結果とも一致している。

表 4.3.1. ACF 設置後環境中NO₂ 計測結果（朝）

Morning		10th December	11th December	12th December	13th December	14th December
NO ₂ (ppm)						
After ACF	1A After ACF	0.02	0.01	0.01	0.01	
	2A After ACF	0.01	0.03	0.02	0.01	0
	3A After ACF	0.02	0.03	0.01	0	
Before ACF	1B Before ACF	0.04	0.02	0.02	0.03	
	2B Before ACF	0.05	0.05	0.03	0.04	0.03
	3B Before ACF	0.06	0.05	0.03	0.05	
Average (%)	62.9	Removal(%)				
		50.0	50.0	50.0	66.7	
		80.0	40.0	33.3	75.0	100.0
		66.7	40.0	66.7	100.0	

表 4.3.2. ACF 設置後環境中NO₂ 計測結果（夕）

Evening		10th December	11th December	12th December	13th December	14th December
NO ₂ (ppm)						
After ACF	1A After ACF	0	0.01	0		
	2A After ACF	0	0	0		0
	3A After ACF	0	0	0.01		
Before ACF	1B Before ACF	0.06	0.06	0.04		
	2B Before ACF	0.06	0.06	0.05		0.01
	3B Before ACF	0.05	0.07	0.04		
Average (%)	95.8	Removal(%)				
		100.0	83.3	100.0	No data	
		100.0	100.0	100.0	No data	100.0
		100.0	100.0	75.0	No data	

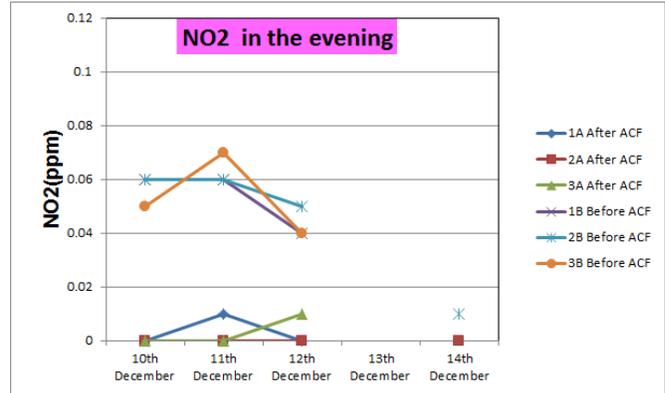
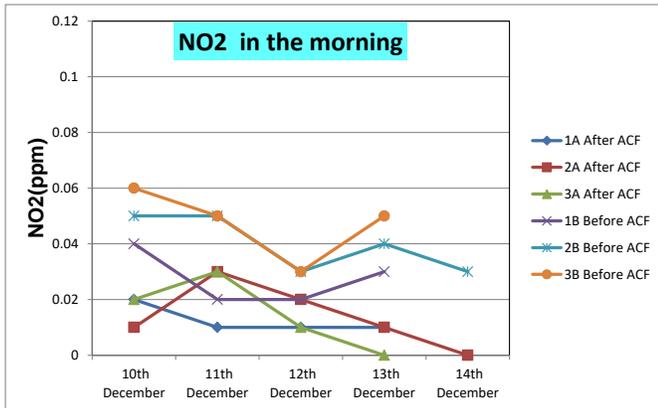


図 4.3.4. ACF 設置後のNO₂濃度 (左:朝、右:夕)

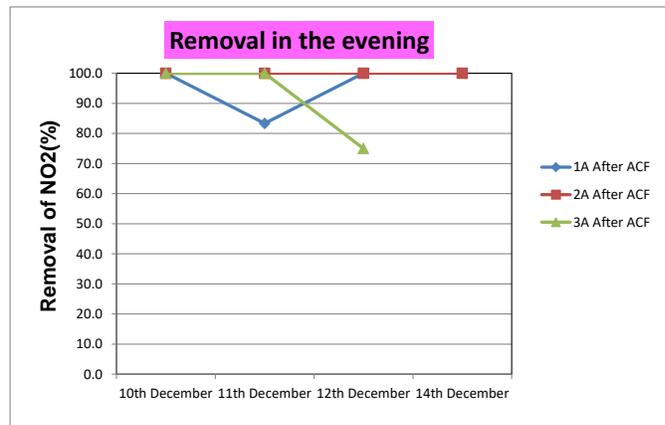
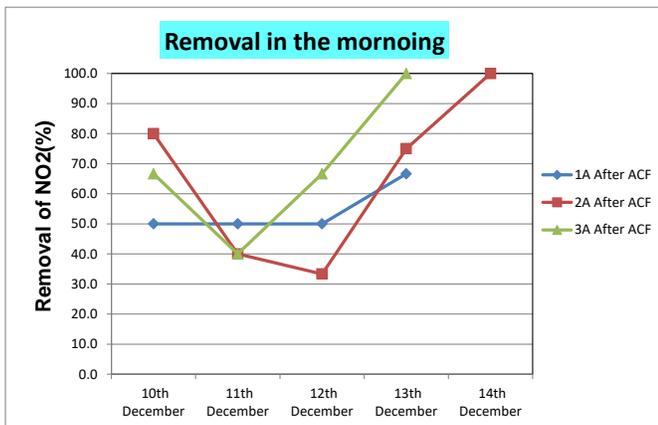


図 4.3.5. ACFのNO₂除去率 (左:朝、右:夕)

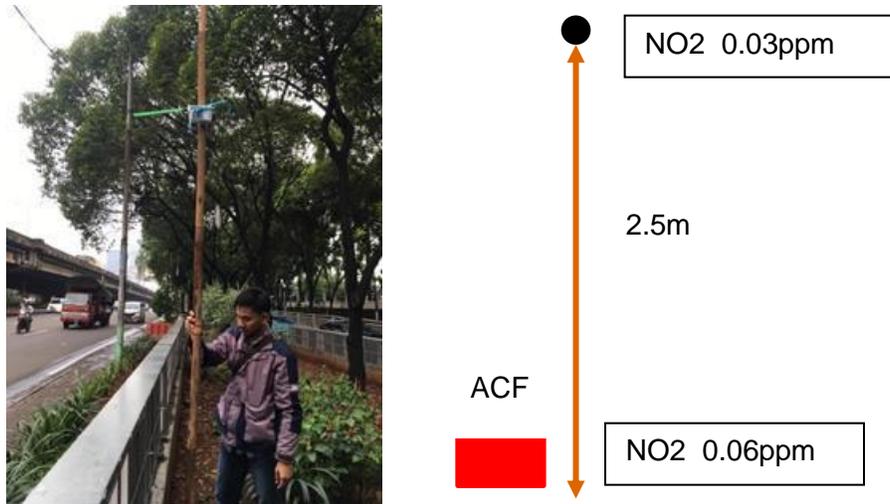


図 4.3.6. 鉛直方向の濃度分布測定

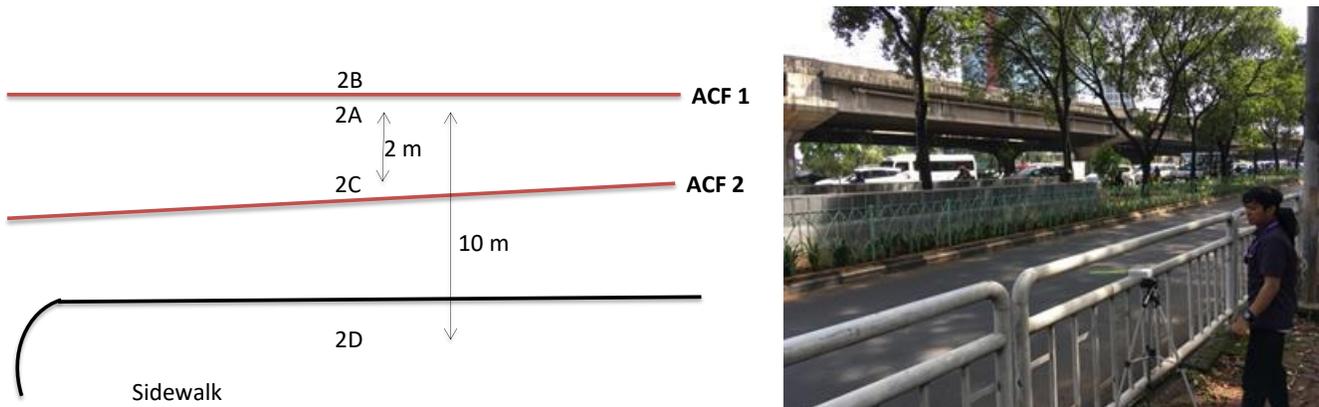


図 4.3.7. 水平方向の濃度分布測定

表 4.3.3. 水平方向濃度分布

	Position	NO2 (ppm)		CO (ppm)	
		Morning	Evening	Morning	Evening
2B	Before ACF	0.03	0.01	23	12
2A	After ACF	0	0	10	6
2C	2m	0.01	0	6	2
2D	10m	0.01	0	5	1

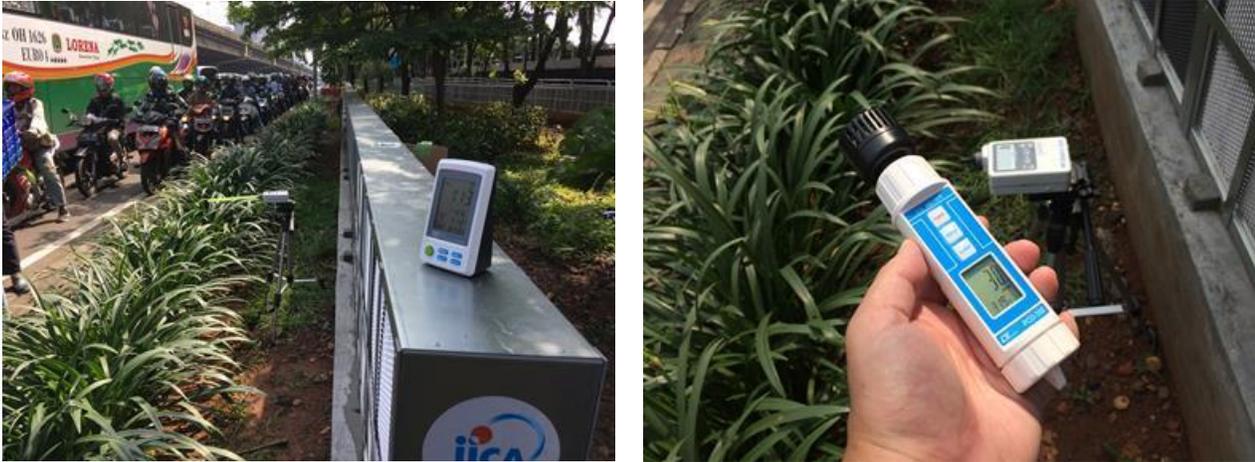


図 4.3.8. その他のパラメータの測定 (左 : PM2.5 モニター、右 : CO モニター)

表 4.3.4. PM2.5、CO、SO2 の測定結果 (参考値)

		10th December		11th December		12th December		13th December		14th December	
			Removal(%)								
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2A After ACF	189	2.1	140	19.5	99	18.9	103	8.8	93	17.7
	2B Before ACF	193		174		122		113		113	
SO2 (ppm)	2A After ACF	0	#DIV/0!								
	2B Before ACF	0		0		0		0		0	
CO (ppm)	2A After ACF	12	65.7	10	66.7	12	52.0	10	60.0	12	52.0
	2B Before ACF	35		30		25		25		25	
			Removal(%)								
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2A After ACF	221	9.8	150	3.2	134	-3.9			76	20.8
	2B Before ACF	245		155		129				96	
SO2 (ppm)	2A After ACF	0.2	33.3	0.1	50.0	0	#DIV/0!			0	#DIV/0!
	2B Before ACF	0.3		0.2		0				0	
CO (ppm)	2A After ACF	10	73.7	15	50.0	5	58.3			6	50.0
	2B Before ACF	38		30		12				12	

課題

今回、公共事業省 環境・道路安全課からの要望で、NO2 以外のパラメータとして、PM2.5、CO、SO2 の濃度も参考として計測したが、PM2.5 に関しては前述の通り、除去率は最大で 20%程度であった。

自然風を利用する浄化装置としては、これは十分高い数値と言えるが、NO2 に比べると低い除去率である。この事を公共事業省の技官等に正しく伝える必要があった。ACF に大きな期待を受けていることは嬉しいが、その応用範囲とスペックを適切に理解して頂く事が重要であると考えられた。

4.3.2 関係者協議

今回の計測結果の速報を公共事業省に連絡し、効果の安定性を認識頂く。また、ACFの効果に関する大気シミュレーション解析技術等について紹介し、議論を通じてACF技術への理解を深める。

主な実施内容は以下の3点である。

- (1) 公共事業省の環境・道路安全課を訪問し、設置3ヶ月後のACFの状況と性能計測結果を説明した。
- (2) 上記訪問時に、外部人材である北田名誉教授からACF大気浄化のシミュレーション解析技術と、そのジャカルタ設置場所への適用状況について説明し、議論を行った(図4.3.9)。
- (3) 本邦受入活動の準備として、招聘候補者の部署である公共事業省 有料道路・都市・地方道路整備局、環境・道路安全課、および第6国道管理事務所を訪問し、ACFの概要説明とスケジュールの確認を行った(図4.3.10)。
- (4) ACF設置現場を管理する公共事業省 PPK 2を訪問し、設置3ヶ月後の状況を報告し、問題の無いことを相互に確認した(図4.3.11)。

今回の計測で、NO₂については、前述の通り高い浄化率を得ていること説明し、信頼を高めることができた。しかし、先方の要望で実施した他のパラメータ、PM_{2.5}、CO、SO₂の結果も参考として説明したが、PM_{2.5}に関して除去率は最大で20%程度であったことから、質問を受けた。これに対しては、前述の通り、ACFユニットは本来NO₂等ガス状大気汚染物質の除去を目的としており、PM_{2.5}に関しては別の構造が必要となること、しかし、動力を用いなくて自然風を利用する装置としては画期的であることを説明した。PM_{2.5}に関しては報道等で注目されており、正しい理解をインドネシアにも醸成する必要があると思われる。大気シミュレーション解析技術については、先方の関心も非常に高く、予定を超えた長時間の議論を通じ、ACFの効果と正しい設置設計についての理解を深めることができた。本邦受入の候補者については、Indra 課長補佐には初めてACFを説明し、本事業について理解を得ることができた。



図 4.3.9. 環境・道路安全課でのACF大気シミュレーションに関する会議



図 4.3.10. 有料道路・都市・地方道路整備局
Indra 課長補佐との打合せ



図 4.3.11. PPK2 Maria エリアマネージャ
へ状況報告

4.4. 第 4 回現地活動（2019 年 6 月 27 日～7 月 11 日）

概要

今回の現地活動は、滞在期間は 6 月 27 日～7 月 11 日であり、渡航者は業務主任として吉川 1 名が参画した。また、これに先立つ 4 月 30 日～5 月 5 日まで、弊社自社負担で吉川が渡航し、環境林業省へ技術紹介セミナーを実施したので、合わせて報告する。活動の要旨としては、以下の 6 点になる。

- (1) 設置 9 ヶ月後の ACF ユニットの周辺大気環境を計測し、浄化効果を測定した。計測は委託先のバンドン工科大学の協力を受けて行った。今回は乾期に入っており、雨による ACF の洗浄・再生が乏しかったためか、性能は前回雨期の 12 月に計測した NO₂ の浄化効果（朝：62.9%。夕：95.8%）より低く、朝：51.5%、夕：43.5%であった。また、公共事業省 環境・道路安全課からの要望で、NO₂ 以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂ の濃度も参考として計測した。PM_{2.5} の浄化率は平均で 37% と、これまでの弊社室内試験の結果と同等以上であった。
- (2) 公共事業省道路総局を訪問し、環境・道路安全課 Kamal 課長以下に今回の計測結果概要と本邦受け入れについて打ち合わせ、議論を通じて理解を深めた。
- (3) 7 月 2 日に、かねてより課題であったジャカルタ特別州にて都市計画・環境担当副知事 Oswar 氏以下に ACF の技術説明とトランス・ジャカルタバスターミナルへの試験提案を行い、同意を得、今後詳細を詰める事とした。
- (4) ACF 設置場所を管轄する第 6 国道事務所にて、本事業終了後の ACF 機器譲渡について、インドネシア事務所丹羽様に同席頂き協議し、譲渡準備を開始した。
- (5) 今後のビジネス展開についての PR と情報収集を、環境林業省辻専門家、JUTPI2（都市交通計画 PJ）加納専門家、施工業者らと面会し実施した。

(6) 5月2日にJICA専門家様のご紹介により、環境・林業省においてACF技術紹介セミナーと今後の連携について協議した結果、ACFによる新しい大気環境対策について大きな関心を持って頂けた。

4.4.1 設置9ヶ月後環境計測

ジャカルタ市南部のファットマワティ総合病院前の国道 JL Simatupang に設置したACFユニットの設置9ヶ月後の周辺大気計測環境計測を行い、効果を確認する。前回と同じく現地再委託先のバンドン工科大学の協力を受け、ACFユニット設置9ヶ月後後の大気環境計測を行った。(バンドン工科大：Asep 講師他、吉川、現地傭人 Anggara 氏)

期間： 2019年7月1日～5日

ACF設置箇所(図4.4.1)の区間に車道側3点、歩道側(ACF背面)に3点計測器を設置(図4.4.2、4.4.3)し、上記期間の平日中毎朝・夕のラッシュ時に大気中のNO₂濃度、気温、湿度、風向、風速を測定した。また今回は、公共事業省からの要望で、NO₂以外にPM_{2.5}、CO、SO₂の濃度も参考として測定した。さらに、広域的な効果を調べるため、水平方向に10mおよび20m離れた地点でのNO₂濃度も測定した。



図4.4.1. ACFユニット設置状況(2019年6月)

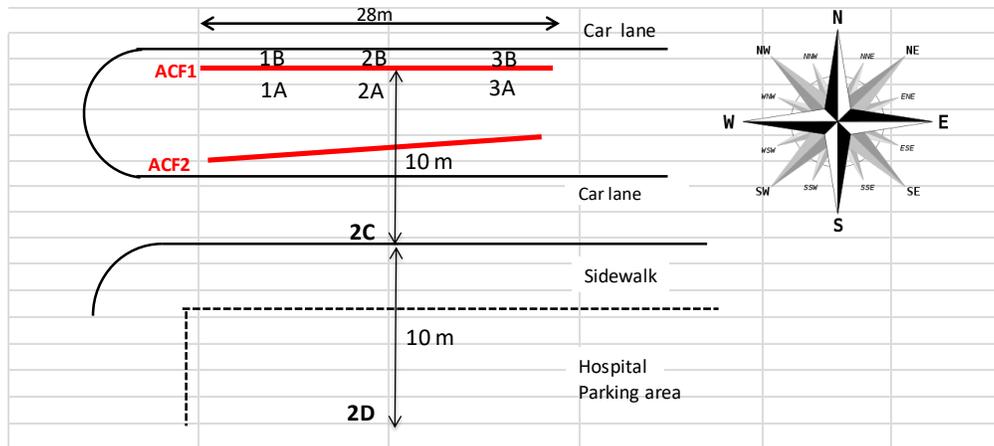


図 4. 4. 2. 環境計測地点（1B～3B：車道側＝ACF 前、1A～3A：歩道側＝ACF 後、2C～2D：ACF より 10～20m 地点）



計測準備作業



ACF 前後の計測



2C：10m地点での計測



2D：20m地点での計測

図 4. 4. 3. ACF 周辺の環境計測状況

図 4.4.1 に示す通り、今回、ACF ユニットの端に貼っていたシールが剥離していた。また、端の 1 箇所
で表面の保護金網が 10cm 角程度剥離していた。いたずら等によるものと考えられるが、ACF の機能には
影響は無いので、予定通り計測を行った。

計測データを表 4.4.1 (朝)、表 4.4.2 (夕)、および図 4.4.4、4.4.5 にまとめる。昨年 12 月の設置後
計測と異なり、乾期に入ったため、湿度が 40～50% と低かった (12 月は 60～90%)。気温は 12 月
より上がり 30～35℃ の範囲であった。風向は前回とほぼ同様に、ENE～南よりの SE が中心であった。
これは、乾期に特有の事象であると考えられる。風速は 0.6～1.7 m/sec の範囲で、平均すると 1.0
m/sec とこれも前回同様、日本国内の道路沿いとほぼ同一であった。今回の NO2 の除去率は変動が大きく、
12.5～100% の範囲で変動した (図 4.4.5)。これは、測定タイミングで風向変動が大きく、背面
からの排ガスの流入もあったためと、乾期に入り ACF の状態が湿度の影響を受けたためと考えられる。除去
率の平均は朝で 51.5%、夕は 43.5% であった。

また ACF の広域効果の測定のため、水平方向に 10m および 20m 離れた地点での NO2 濃度も測定した
(図 4.4.6)。その結果、10m、20m 離れた地点での NO2 低減率は 32～43% であった。これは濃度の
拡散による距離減衰も当然含まれると考えられるが、ACF 設置前の 2018 年 8 月に同じ地点で計測した結果
は、車道：0.10ppm に対し 10m 地点：0.09ppm、20m 地点 0.08ppm と、距離減衰は 10～20% と小さかつ
た。以上のことを考慮すると、今回の結果は ACF の NO2 除去効果も寄与していると考えられる。

その他、NO2 以外のパラメータとして、PM2.5、CO、SO2 の結果も参考として示す (図 4.4.7、表 4.4.3～
4)。前回、PM2.5 は市販の簡易測定器を用いたため精度は高くなかったので、今回はパナソニック (株)
と名古屋大学共同開発の PM2.5 センサの提供を受け、これを用いた。その結果、ACF ユニットのガス状の
NO2 を主目的としているが、PM2.5 についても平均 37% の除去率を示した。SO2 は測定下限以下で有効な
測定ではなかった。CO も今回環境中の濃度が低く、参考値として示す。

表 4.4.1. ACF 設置後環境中 NO2 計測結果 (朝)

	Morning	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
		NO2 (ppm)				
After ACF	1A Morning	0.04	0.02	0.04	0	0.02
	2A Morning	0.04	0.02	0.03	0.01	0.02
	3A Morning	0	0.03	0.04	0.01	0.02
Before ACF	1B Before ACF	0.06	0.045	0.06	0.04	0.04
	2B Before ACF	0.06	0.04	0.04	0.03	0.04
	3B Before ACF	0.04	0.04	0.06	0.03	0.04
Average (%)	51.5	Removal(%)				
		33.3	55.6	33.3	100.0	50.0
		33.3	50.0	25.0	66.7	50.0
		100.0	25.0	33.3	66.7	50.0

表 4.4.2. ACF 設置後環境中 NO2 計測結果 (夕)

	Evening	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
		NO2 (ppm)				
After ACF	1A Evening	0.06	0	0.07	0.02	0.04
	2A Evening	0.02	0.06	0.06	0.02	0.04
	3A Evening	0.02	0.06	0.06	0.02	0.04
Before ACF	1B Before ACF	0.07	0.062	0.08	0.05	0.06
	2B Before ACF	0.06	0.08	0.08	0.06	0.06
	3B Before ACF	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07
Average (%)	43.5	Removal(%)				
		14.3	100.0	12.5	60.0	33.3
		66.7	25.0	25.0	66.7	33.3
		66.7	25.0	14.3	66.7	42.9

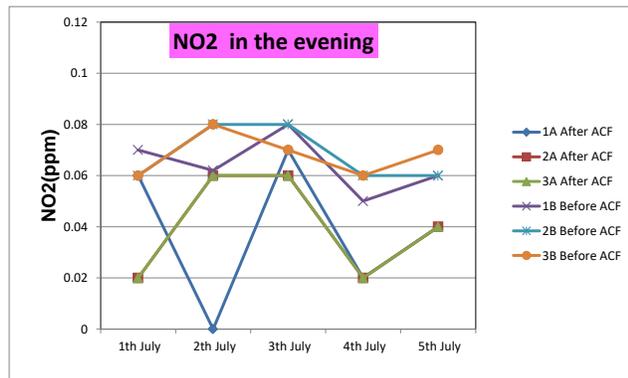
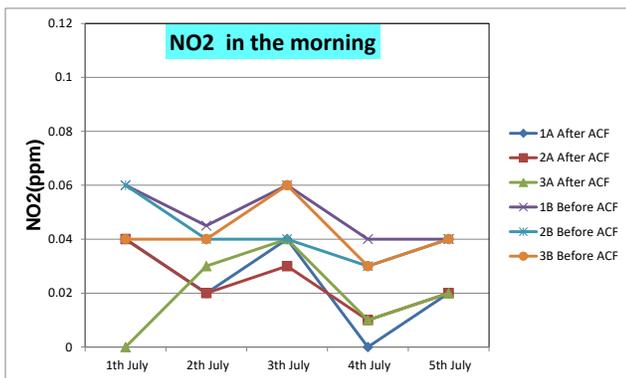


図 4.4.4. ACF周辺のNO2濃度 (左:朝、右:夕)

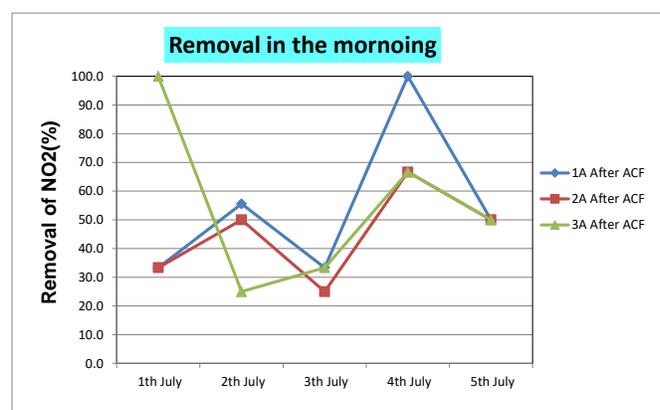
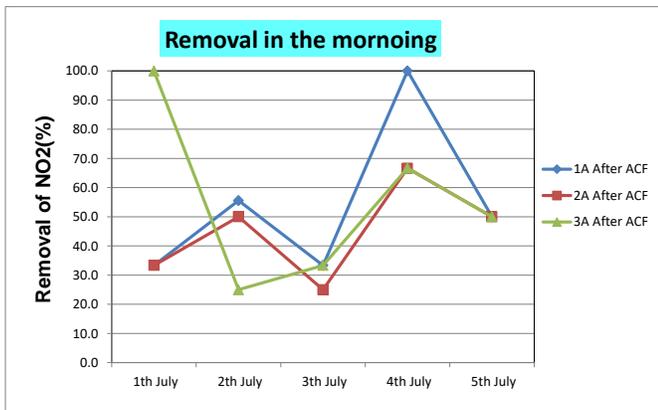


図 4.4.5. ACFのNO2除去率 (左:朝、右:夕)

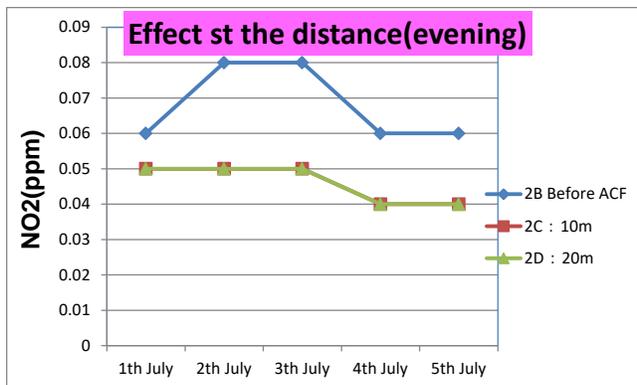
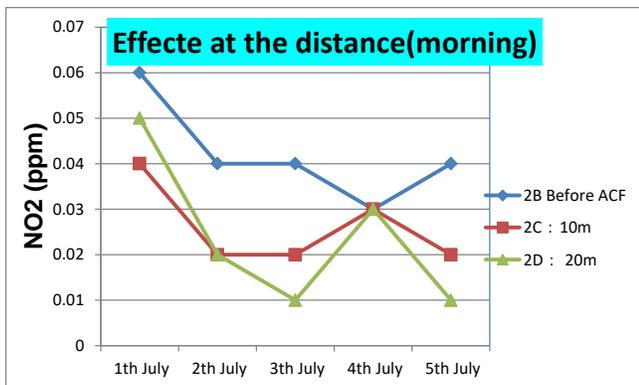


図 4. 4. 6. ACF から離れた地点の NO2 濃度測定



図 4. 4. 7. その他のパラメータの測定 (左 : PM2.5 モニター、右 : S02 サンプラー)

表 4. 4. 3. PM2.5 の測定結果

	Morning				
	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
2B Before ACF	67	56	50	43	53
2A After ACF	35	38	28	28	39
Average (%)	Removal(%)				
37.0	47.8	32.1	44.0	34.9	26.4
	Evening				
	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
	PM2.5				
2B Before ACF	60	66	49	49	70
2A After ACF	28	35	28	53	36
Average (%)	Removal(%)				
36.7	53.3	47.0	42.9	-8.2	48.6

表 4.4.4. SO₂、CO の測定結果 (参考値)

	Morning				
	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
	SO ₂ (ppm)				
2B Before ACF	0	0	0	0	0
2A After ACF	0	0	0	0	0
	Evening				
	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
	SO ₂ (ppm)				
2B Before ACF	0	0	0	0	70
2A After ACF	0	0	0	0	0
	Morning				
	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
	CO(ppm)				
2B Before ACF	2	1	7	5	5
2A After ACF	1	0	5	3	3
Average (%)	Removal(%)				
51.7	50.0	100.0	28.6	40.0	40.0
	Evening				
	1st July	2nd July	3rd July	4th July	5th July
	CO(ppm)				
2B Before ACF	2.5	3	5	5	6
2A After ACF	2	2	5	4	2
Average (%)	Removal(%)				
28.0	20.0	33.3	0.0	20.0	66.7

今回、設置後初めての乾期に入った影響で、前回 12 月に比べ NO₂ 除去率が若干低下していた。乾期でも雨が降れば洗浄により回復するものと思われるが、今回の計測中全く雨が降らなかったため、その効果は検証できなかった。次回設置 1 年後の計測も 9 月の乾期に行う予定であり、簡易な散水等により洗浄回復を検証する必要がある。これらのデータを基に、日本とは異なるインドネシアの気候下での維持管理手法をまとめる必要がある。

また、今回も公共事業省からの要望で、NO₂ 以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂ の濃度も参考として計測したが、PM_{2.5} に関しては前述の通り、新規センサにより正確なデータが得られ除去率は平均 37% であった。自然風を利用する浄化装置としては、これは十分高い数値と言えるが、この事を公共事業省の技官等に正しく伝えることが重要であると考えられた。

4.4.2 関係者協議

公共事業省の環境・道路安全課を訪問し、設置9ヶ月後のACFの状況と性能計測結果を説明した。ACF設置現場を管理する公共事業省第6国道事務所にて、ACF機器譲渡に関する第1回協議を行い、譲渡準備を開始した。環境・林業省において辻専門家の協力を受け、ACF技術紹介セミナーを開催し、公共事業省からの参加も得て、新しい大気環境対策について大きな関心を持って頂けた。

実施内容

- (1) 公共事業省の環境・道路安全課を訪問し、設置9ヶ月後のACFの状況と性能計測結果を説明した。また、本邦受入活動の準備確認を行った。
- (2) かねてより課題であったジャカルタ特別州にて都市計画・環境担当副知事Oswar氏以下にACFの技術説明とトランス・ジャカルタバスターミナルへの試験提案を行った。(図4.4.8)
- (3) ACF設置場所を管轄する第6国道事務所にて、本事業終了後のACF機器譲渡について、JICAインドネシア事務所から丹羽様、本省外務局の担当者、環境・道路安全課の担当者も同席頂き協議した。(図4.4.9)
- (4) 今後のビジネス展開についてのPRと情報収集を、環境林業省辻専門家、JUTPI2(都市交通計画PJ)加納専門家、施工業者らと面会し実施した。
- (5) 5月2日にJICA専門家辻様のご紹介により、環境・林業省においてACF技術紹介セミナーと今後の連携について協議した。(図4.4.10)結果、ACFによる新しい大気環境対策について大きな関心を持って頂けた。

成果

- (1) 今回の計測で、NO₂については、前述の通り乾期の影響で若干低い浄化率となったことを説明したが、公共事業省環境・道路安全課側からは特に問題視する意見は無かった。むしろ、NO₂より、昨今インドネシアで大きく報道されているPM_{2.5}についての情報を多く求められた。今回使用した新規PM_{2.5}センサについても関心が高かった。また、本報告は日本の基準で、単位にppm(体積比率)を用いているが、今後はインドネシアの基準である $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (重量比率)として欲しいとの要望があり、これを了承した。
- (2) かねてより課題であったジャカルタ特別州にて都市計画・環境担当副知事Oswar氏以下にACFの技術説明と、本事業の当初計画にあった、トランス・ジャカルタバスターミナルへの試験提案を行った。全般に高い関心を集め、同意を得、今後詳細を詰める事とした。
- (3) 本事業終了後のACF機器譲渡について協議した。ミニッツで譲渡は「試験結果に基づき」とされているため、試験結果概要を説明し、問題無いとの認識を出席者で共有できた。譲渡は本事業終了後速やかに行う必要があるため、必要な書式のサンプルを頂く事となった。
- (4) 今後のビジネス展開についてのPRと情報収集を、環境林業省辻専門家、JUTPI2(都市交通計画PJ)加納専門家、施工業者らと面会し実施した。辻専門家は、ACF計測現場にもお越し頂き、本技術についての理解を深めて頂いた。加納専門家からは、DKIジャカルタの企業局、民間デベロッパーなどへのアプローチを教示頂き、またトランスジャカルタの社長もご紹介頂ける事となった。

(5) 環境・林業省において ACF 技術紹介セミナーと今後の連携について協議した結果、ACF の技術について高い評価と関心を得た。環境・林業省では個別の技術を推薦することはできないが、各自治体の導入基準となる、例えば病院や学校周辺などの特定地域環境基準を作成することは可能とのことであった。



図 4.4.8. ジャカルタ特別州での会議



図 4.4.9. 第 6 国道事務所での会議



図 4.4.10. 環境・林業省での ACF 技術紹介セミナー

4.5. 第1回本邦受入活動（2019年7月21日～28日）

概要

本邦受入活動は、本事業のカウンターパートである公共事業省職員を受入れた。滞在期間は7月21日～7月28日であり、受入者は当初計画より3度の変更を経て、公共事業省環境・道路安全課より1名、第5国道事務所（パレンバン）より1名の2名となった。8日間の滞在中、ACF設置場所の見学、ACF研究開発の現場見学と実習、関連機関との打合せ等を経て、ACF技術の信頼性を高め、また日本の環境技術と政策への理解を深め、人的ネットワークも構築できた。

当初計画は2018年11月に、ジャカルタ市のACF建設に関わった関係者を招聘する計画であったが、直前に雨季を控えて出張禁止通達が出て延期となった。その後、計画を見直し、2019年1月に実施の予定であったが、直前にジャカルタ以外の事務所からの参加者を含めよとの大臣指示が出たため、再延期となった。そこで余裕を持って2019年7月実施計画を立て、5月に招聘レターをJICAインドネシア事務所より発行して頂いたが、インドネシア政府許可が開始日までにおらず、3名の候補者の内、ジャヤプラ第18国道事務所の参加者は渡航不可となり、前記2名が所属長判断で参加した。（但し、受入の期間内に政府許可はおりた）。これにより2名を受入、弊社ACF技術の見学実習、国土交通省での環境対策技術見学などを通して技術と知識の取得、ならびに人的ネットワークの構築を行った。

参加者：下表の3名の内2名

氏名	写真	所属	役職
Hendra Adiwijaya Bakri		Sub directorate of Environmental and Road Safety (環境・道路安全課)	Road and bridge analyst (道路・橋梁分析官)
Rina Windarti		Planning and Monitoring Division, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V (パレンバン第5国道事務所)	Young Road and Bridge Functional Position (道路・橋梁分析官)
Dameria Hutagalung (欠席)		Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XVIII Jayapura (ジャヤプラ第18国道事務所)	Section Head of Monitoring (計測係長)

道路総局 環境・道路安全課のHendra氏は、本事業カウンターパートの直接的な担当者として、これまでにACF施工協議、施工現場での環境計測立会、計測結果打合せなど毎回出席され、ACF技術に関する知識も深く、インドネシアにおける普及に際し重要なポジションを担われている。

パレンバン第5国道事務所のRina氏は、スマトラ州パレンバンに在籍され、道路の施工品質管理、環境モニタリングなどを担当され、スマトラ州における道路環境課題の責任的ポジションにある。これまで本事業への直接的な関わりは無かったが、今回の渡航は公共事業大臣の任命を受けており、今後も道路総局内で環境政策の重要な役職につかれると考えられる。

スケジュールを以下に示す。

日付	内容	場所
7/21 (日)	日本到着、ガイドンス	宿泊ホテル
7/22 (月)	大阪ガス(株)エネルギー技術研究所訪問 研究所概要・ACF技術説明、実験室で実習 関連技術研究室見学 (1)シミュレーション技術 (2)騒音対策技術 他	大阪ガス(株) エネルギー技術研究所
7/23 (火)	大阪ガス(株)本社訪問 中央保安司令室見学、保安技術説明 大阪ガス(株)国際交流財団訪問	大阪ガス(株) 本社
7/24 (水)	国土交通省 大阪国道事務所訪問 大阪市内 国道43号ACF設置現場、環境対策技術見学 淀川大橋修繕工事 現場見学、大阪国道事務所長と懇談	大阪国道事務所 大阪市内
7/25 (木)	大阪ガス(株)エネルギー技術研究所 実験室で実習 大阪ガスケミカル(株) 炭素材料製造工場見学	大阪ガス(株) 大阪ガスケミカル(株)
7/26 (金)	大阪ガスエンジニアリング(株) 訪問 総括討議	大阪ガスエンジニア リング(株)
7/27 (土)	明石海峡大橋 橋の科学館見学	明石市
7/28 (日)	日本出発、帰国	

4.5.1 成果

(1) 大阪ガス(株)エネルギー技術研究所訪問

弊社エネルギー技術研究所は本事業で用いているACF技術の開発拠点である。まず、研究所概要の説明の後、ACF技術説明、実験室で実習を行った。実習では、現場に設置するACFユニット実機の風洞試験によるNO_x除去効果の測定を行って頂き、効果を実感して頂いた。また、NO_x計を初めとする各種環境測定・分析機器も実際に触って頂き、正確な計測の手法を学んで頂いた。

ACF以外の関連技術としては、大気浄化等のシミュレーション技術、騒音対策技術等を紹介した。また、参加者からの要望で、セルロース系バイオプラスチック材料の紹介も行った。



研究所長らとの面会



A C Fユニット風洞試験の実習

(2) 大阪ガス(株)本社訪問

(2-1) 中央保安司令室見学、保安技術説明

この部署は弊社のガス導管網の集中管理を行っており、地震対策技術や、津波予報システムなど、インドネシアでも頻発する災害の対策技術に大きな関心を持って頂いた。ガス導管は基本的に道路の地中に埋設するため、参加者の業務と関係が深く、埋設深さの基準など、多くの質問があった。

(2-2) 大阪ガス(株)国際交流財団訪問

本財団は、弊社の天然ガスの重要な輸入元であるインドネシア、マレーシア、東ティモールの大学、学校等へ研究・教育助成を1992年より行っており、財団からの説明を受け、その取り組みを高く評価頂き、より弊社グループへの親近感を深めることに繋がった。

(3) 国土交通省 大阪国道事務所訪問

参加者の所属する公共事業省は日本での国土交通省に相当する。当初、東京で国土交通省海外プロジェクト推進課、国土技術政策総合研究所等を訪問する予定であったが、実際のA C Fを始めとする道路環境対策の実務を行っている大阪国道事務所の協力を受ける事ができ、訪問先をこちらへ計画変更した。

内容は大阪市内 国道43号A C F設置現場、環境対策技術見学、淀川大橋修繕工事 現場見学、大阪国道事務所長との懇談等、多岐に渡り活発な質疑が行われた。

国道43号のA C F設置現場では、約10年を経過するA C Fが現在も効果を発揮しており、その維持管理手法等についての熱心な質疑があった。A C Fの設置高さ、設置位置などについて効果的な配置と、重点的な対策箇所を事前に検討したこと、また、これにより大気汚染が劇的に改善したことなどの説明を行った。

また、ACF以外の道路環境対策の紹介もあり、大気常時観測局、光触媒、間伐材・炭チップ、遮音壁、低騒音舗装、ロードプライシングなど、インドネシアでは未だ例が無いが、実施例の少ない技術が多々あることに強い関心を持たれた。

また、大気常時観測局の測定項目がNOxとSPMであり、昨今のインドネシアの関心がPM2.5、SO2、COであるのに対し、本事業でのジャカルタでの計測をNOx中心にしていることに理解を示された。

淀川大橋修繕工事は、参加者の役職が道路・橋梁分析官であったことから、大阪国道事務所の好意で、築93年を経過する橋の大規模修繕工事の内容を詳細に説明頂き、日本の技術力の高さをPRできた。

最後の事務所長との懇談では、久保所長がインドネシア公共事業省とこれまでに関わりの深かったこともあり、非常に活発な議論が和やかな雰囲気の下行われた。

参加者から公共事業省の最新の状況説明もあり、ジャカルタはもとより、スマトラ州パレンバンの道路への環境対策の重要性などの意見があった。

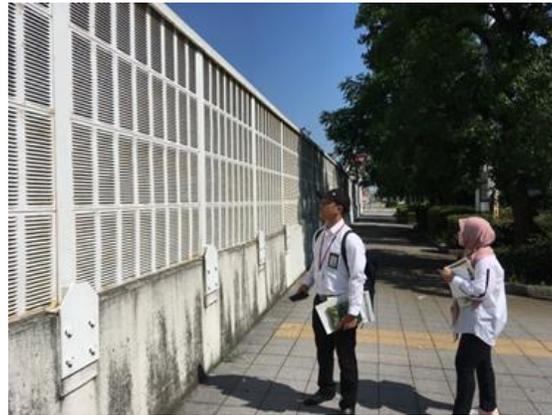
尚、本件は大阪国道事務所の広報WEBにも掲載された。



国道43号ACF設置現場見学



大気常時観測局の見学



その他の道路環境対策技術の見学 (左) 間伐材・炭チップ (右) 光触媒



淀川大橋修繕工事の説明



大阪国道事務所長との懇談

(4) 大阪ガスケミカル(株) 訪問

今回、ACFを製造する工場である(株)アドールは、夏季定期補修中で部外者の立入禁止であったため、同様の炭素材製品を製造する大阪市此花区の工場を見学して頂いた。ここでは、都市ガス会社である弊社が何故炭素材の開発を始めたかなどの基本的なことから、石炭ベースの各種炭素材製品の商業化に至る過程、現在の製品ラインアップなどの説明を受け、ACF技術が生まれた背景について非常に良く理解して頂いた。

(6) 大阪ガスエンジニアリング(株) 訪問

本事業の業務主体である大阪ガスエンジニアリングにて、事業の全体概要と、ACF技術に関する総括討議を行った。ACF技術の開発は大阪ガス(株)エネルギー技術研究所訪問であるが、事業主体は大阪ガスエンジニアリング(株)であることの説明、他の事業分野などの紹介を行った。他の事業分野では、特に土壌処理事業について、道路建設と密接に関係することから、活発な質疑が行われた。

(5) 明石海峡大橋 橋の科学館見学

帰国前の最終日は土曜日であったことから、参加者の担当分野でもある橋の中で世界最長の吊り橋である明石海峡大橋の見学と、その建設技術を紹介する橋の科学館を案内した。非常に熱心に見学され、日本の橋梁建設技術の高さをPRすることができた。



大阪ガスエンジニアリング（株）訪問



橋の科学館見学

課題

今回の本邦受入を通して、ACF技術や日本の環境・建設・保安技術の高さを十分に参加者に理解して頂けた。ACF技術について、ジャカルタはもとより、スマトラ州や他の都市でも非常にニーズが高いとの認識で一致したが、その実際の施工のための予算取りには未だ幾つものステップが必要で、迅速な普及には日本のODAの活用も含め検討すべきとの意見であった。そのための連携の方策については、今後の課題となった。

4.6. 第5回現地活動（2019年8月22日～9月5日）

概要

第5回の現地活動は、渡航者は業務主任として吉川1名、補強団員として大阪ガス村瀬が参画し以下の活動を行った。

- (1) 設置12ヶ月後のACFユニットの周辺大気環境を計測し、浄化効果を測定した。計測は委託先のバンドン工科大学の協力を受けて行った。前回に引き続き乾期の計測であり、雨によるACFの洗浄・再生が殆ど無い時期のため、今回は簡易な水洗を毎日試験開始前に実施した。その効果が顕著であり、前回7月の乾期の計測より性能は向上し、平均値は朝（9時台）で62%、夕（16時台）で52%であった。（前回の計測値朝：51.5%、夕：43.5%）であった。また、公共事業省 環境・道路安全課からの要望で、NO₂以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂の濃度も参考として計測した。PM_{2.5}の浄化率は平均で朝52%、夕39%と、これも前回の37%より若干向上した。CO、SO₂は環境中濃度が低く、ハンディ計測器の検出下限であり、参考値とした。
- (2) 公共事業省道路総局を訪問し、環境・道路安全課 Kamal 課長以下に今回の計測結果概要と次回予定のセミナーについて打ち合わせ、議論を通じて理解を深めた。

4.6.1 設置12ヶ月後環境計測

前回と同じく現地再委託先のバンドン工科大学の協力を受け、ACFユニット設置12ヶ月後の大気環境計測を行った。（バンドン工科大：Asep 講師他、吉川、村瀬、現地傭人 Anggara 氏）

期間： 2019年8月26日～30日

ACF設置箇所（図4.6.1）の区間、車道側（ACF前面）3点、歩道側（ACF背面）に3点計測器を設置し、上記期間の平日中毎朝・夕のラッシュ時に大気中のNO₂濃度、気温、湿度、風向、風速を測定した。また、ACFの効果を広範囲にとらえ、シミュレーションで解析するため、水平方向に10mおよび20m離れた地点、およびACF背面の高さ1.2m、1.8mの位置でのNO₂濃度も測定した（図4.6.2～3）。公共事業省からの要望で、NO₂以外にPM_{2.5}、CO、SO₂の濃度も参考として測定した。今回は、前回の結果を踏まえ、乾季の影響を考慮し、簡易な水洗により効果を回復させる試みを行った（図4.6.4）。水洗は園芸用の手押し加圧式噴霧器を用い、各計測前に8Lの水道水を測定箇所周辺に散水した。また、前回の調査時、ACFユニット保護金網の一部が破損していたので、これを補修した（図4.6.5）。



図 4.6.1. ACFユニット設置状況 (2019年8月)

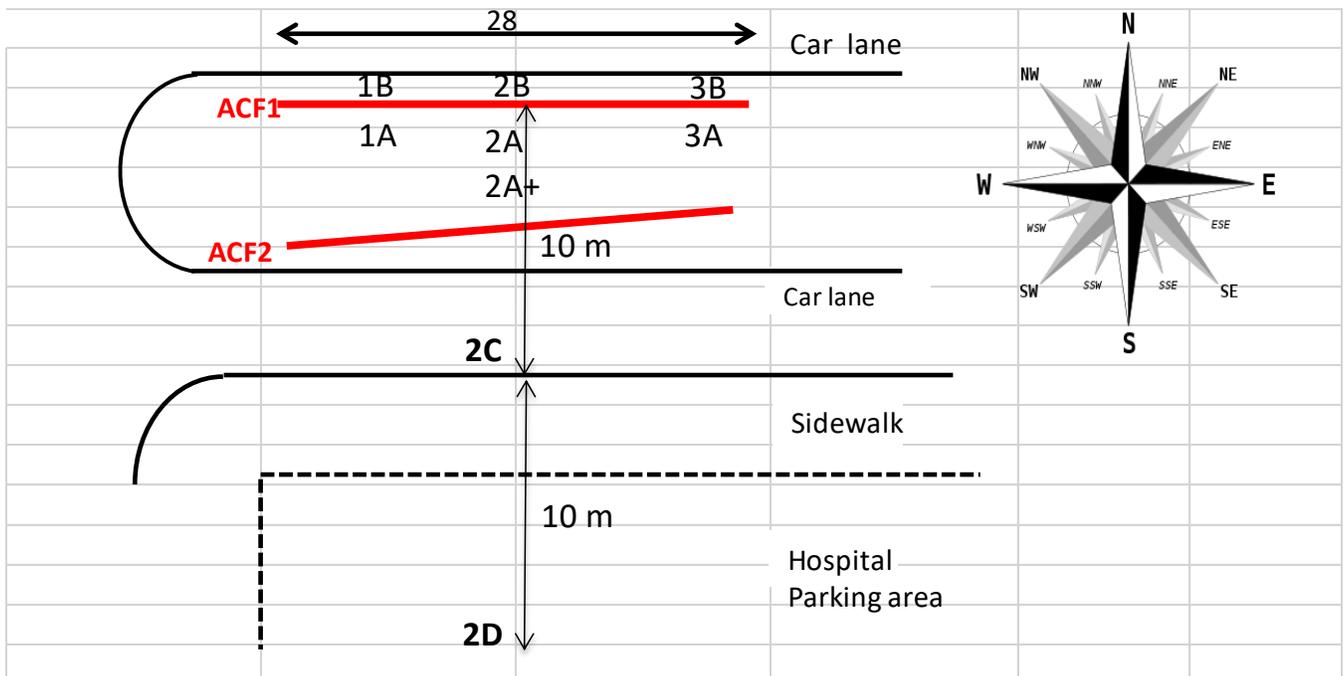


図 4.6.2. 環境計測地点 (1B~3B : 車道側=ACF 前、1A~3A : 歩道側=ACF 後、2A+、2A++:高さ 1.2m および 1.8m地点、2C~2D : ACF より 10~20m 地点)



ACF 前後の計測



風向・風速計測



PM_{2.5}計測



2A+ : 高さ 1.2m、2A++ : 1.8m位置の計測



2C : 10m地点での計測



2D : 20m地点での計測

図 4.6.3. 計測状況



図 4.6.4. 簡易水洗の検証



簡易水洗に用いた噴霧器



図 4.6.5. ACFユニット保護金網補修

図に示す通り、前回の調査時に判明した表面の保護金網の剥離は、ACFの機能には影響は無いが、予定通り補修を行った。

計測データを表 4.6.1 (朝)、表 4.6.2 (夕)、および図 4.6.6~7 にまとめる。前回7月の計測時期と同様、乾期であるため、湿度が50%前後と低かった(雨季は60~90%)。気温は32~34℃の範囲であった。風向は前回とほぼ同様に、NE~ENEが中心であり、道路に平行に東よりの風が支配的であった。これは、乾期に特有の事象であると考えられる。風速は0.5~3.0m/secの範囲で、平均すると1.1m/secと、これも前回同様、日本国内の道路沿いとほぼ同一であった。

今回は測定前に簡易水洗を行ったためか、前回よりNO₂の除去率は安定し、30~85%の範囲であった。(図 4.6.7)。この変動は、従来通り風向変動の影響により、背面からの排ガスの流入もあったためと考えられる。除去率の平均は朝で62%、夕は52%であった。

またACFの広域効果の測定のため、水平方向に10mおよび20m離れた地点でのNO₂濃度も測定した(図4.6.8)。図に示すように、朝は距離による低減が明瞭に認められたが、夕は低減が小さかった。このことも、夕刻の風向と風速によるものと考えられる。平均すると10m、20m離れた地点でのNO₂低減率は朝:50~77%、夕:8~21%であった。朝の低減率は非常に大きく、拡散による距離減衰を除いても十分にACFのNO₂除去効果も寄与していると考えられる。(ACF設置前の2018年8月に同じ地点で計測した結果は、10m地点と20m地点の減衰は10~20%であった)高さ1.2m、1.8m位置のNO₂濃度は、ほぼ車道側の濃度に等しかった。これは排ガスの拡散をシミュレーション解析するのに用いる予定である。

その他、NO₂以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂の結果も参考として示す(表4.6.3~4)。今回もパナソニック(株)と名古屋大学共同開発の高精度ハンディPM_{2.5}センサを用いた。その結果、ACFユニットはガス状のNO₂を主目的としているが、PM_{2.5}についても平均で36~51%の除去率を示した。SO₂は測定下限以下で有効な測定ではなかった。COも環境中の濃度が低く、参考値として示す。

表 4.6.1. ACF設置後環境中NO₂計測結果(朝)

	Morning	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
		NO ₂ (ppm)				
After ACF	1A After ACF	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
	2A After ACF	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
	3A After ACF	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Before ACF	1B Before ACF	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02
	2B Before ACF	0.06	0.06	0.04	0.05	0.03
	3B Before ACF	0.065	0.07	0.03	0.04	0.025
Average (%)	62.0	Removal(%)				
		60.0	60.0	50.0	75.0	50.0
		66.7	66.7	50.0	80.0	33.3
		84.6	85.7	33.3	75.0	60.0

表 4.6.2. ACF設置後環境中NO₂計測結果(夕)

	Evening	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
		NO ₂ (ppm)				
After ACF	1A After ACF	0.03	0.04	0.04	0.02	0.02
	2A After ACF	0.04	0.05	0.04	0.02	0.02
	3A After ACF	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02
Before ACF	1B Before ACF	0.08	0.08	0.06	0.04	0.06
	2B Before ACF	0.1	0.08	0.06	0.05	0.06
	3B Before ACF	0.11	0.08	0.06	0.04	0.06
Average (%)	52.2	Removal(%)				
		62.5	50.0	33.3	50.0	66.7
		60.0	37.5	33.3	60.0	66.7
		63.6	50.0	33.3	50.0	66.7

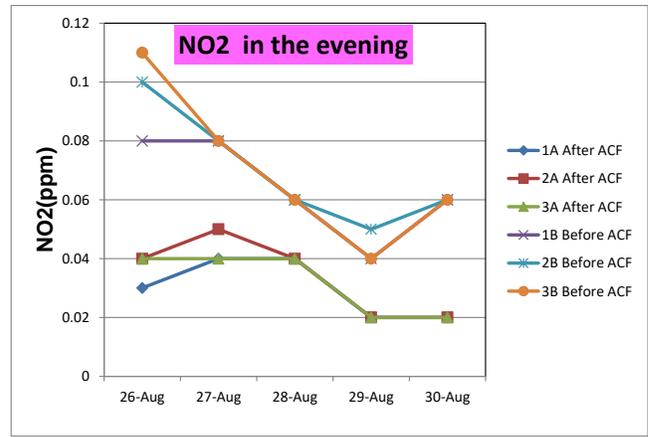
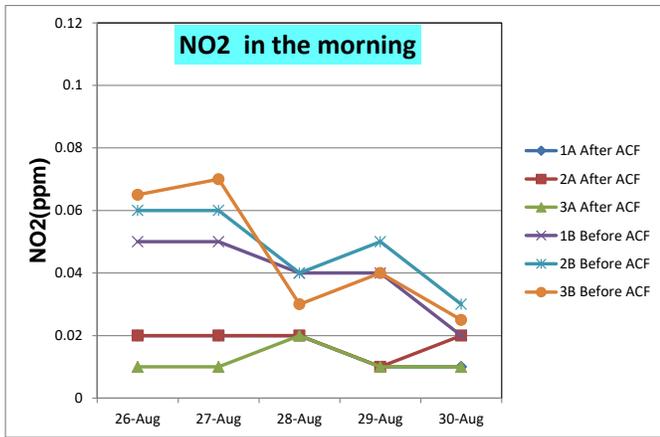


図 4.6.6. ACF 周辺の NO2 濃度 (左:朝、右:夕)

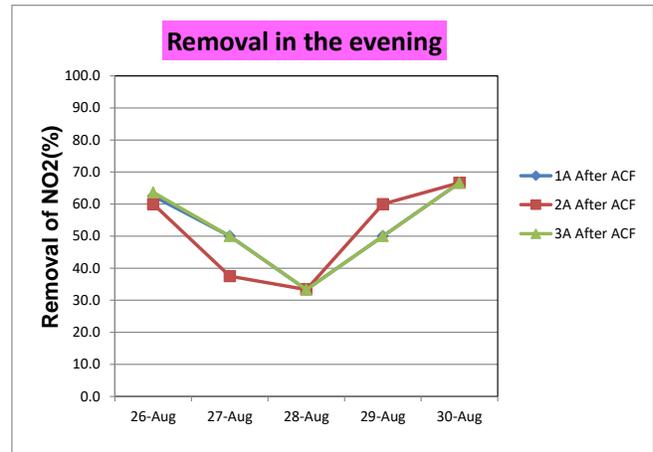
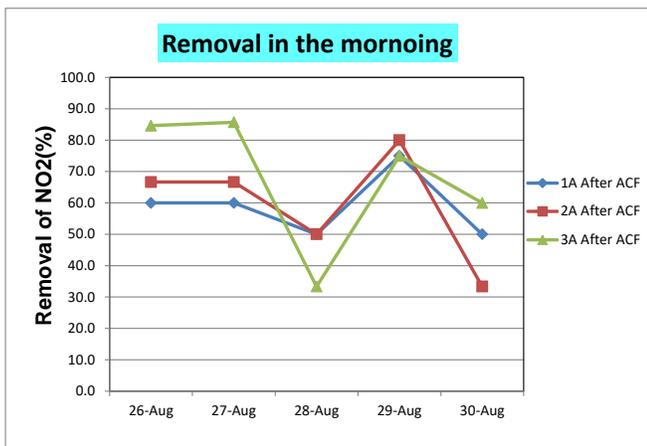


図 4.6.7. ACF の NO2 除去率 (左:朝、右:夕)

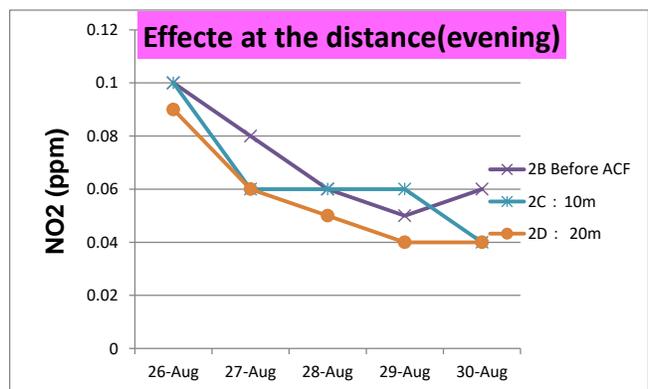
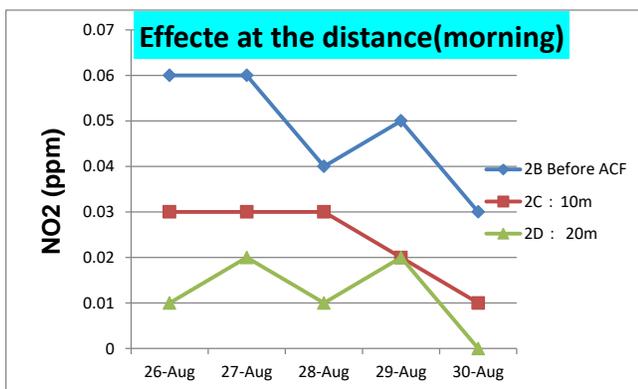


図 4.6.8. ACF から離れた地点の NO2 濃度測定

表 4. 6. 3. PM2.5 の測定結果

PM2.5 (μ g/m ³)					
Morning	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
2B Before ACF	70	71	80	70	90
2A After ACF	35	22	48	41	38
Average (%)	Removal(%)				
51.6	50.0	69.0	40.0	41.4	57.8
Evening	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
2B Before ACF	52	84	43	52	39
2A After ACF	34	38	36	36	22
Average (%)	Removal(%)				
36.0	34.6	54.8	16.3	30.8	43.6

表 4. 6. 4. SO₂、CO の測定結果 (参考値)

SO ₂ (ppm)					
Morning	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
2B Before ACF	0	0	0	0	0
2A After ACF	0	0	0	0.2	0.1
Evening	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
2B Before ACF	0	0	0	0	0
2A After ACF	0	0	0.2	0.1	0
CO(ppm)					
Morning	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
2B Before ACF	7	10	7	5	5
2A After ACF	3	5	5	3	1
Average (%)	Removal(%)				
51.1	57.1	50.0	28.6	40.0	80.0
Evening	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
2B Before ACF	5	5	5	3	5
2A After ACF	3	2	1	2	2
Average (%)	Removal(%)				
54.7	40.0	60.0	80.0	33.3	60.0

課題

今回、設置1年後の乾期の計測であり、雨によるACFの洗浄が乏しく厳しい条件であったが、毎回8Lの簡易水洗を行った結果、同じく乾期であった前回7月の数値より平均で10%程度除去率が回復した。水洗の水量はACFユニット3箇所=約3m区間・厚み0.2m=0.6m²当たり8Lであり、降水量に換算すると1回当たり13mmと小さいものであるが、生成したNO₃⁻イオンの除去と性能の回復には効果があったと考えられる。インドネシア・ジャカルタの降水量は図4.6.9のように、乾期は極めて雨が少なく、かつ30℃程度の気温が数ヶ月続くため、日本と異なりACFの降雨洗浄が殆ど行われず、厳しい条件と考えられる。この条件下でも、簡易な水洗を適切に行うことで、十分その効果を発揮できることが検証できた。これらのデータを基に、日本とは異なるインドネシアの気候下での維持管理手法をまとめる必要がある。

また、今回も公共事業省からの要望で、NO₂以外のパラメータとして、PM_{2.5}、CO、SO₂の濃度も参考として計測したが、PM_{2.5}に関しては前述の通り、新規センサにより正確なデータが得られ、有意義な除去率が得られた。また、今回の道路側のPM_{2.5}は表4.6.3のとおり、最高で90μg/m³に達し、日本国内では外出活動を減らす暫定的な指針を超えていた。インドネシアの環境基準は日本より緩く、日平均で65μg/m³であるが、これも超えていると見られる。現行のACFユニットはガス成分のNO_x除去が主目的であり、PM_{2.5}の除去は補助的なものであるが、平均除去率36～51%と自然風を利用する浄化装置としては、これは十分な効果を示すと言える。今回公共事業省の環境課技官にもその点を説明し、理解して頂けた。さらにこの点を次回のセミナー等でも広く周知していく必要がある。

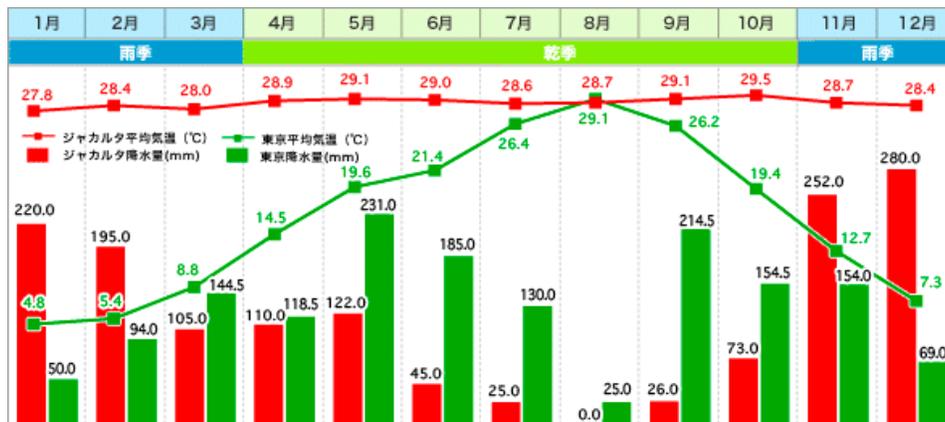


図 4.6.9 ジャカルタと東京の降水量比較

出典：インドネシア気象局 (Meteo Climat) データ、日本 気象庁データ

4.6.2 関係者協議

公共事業省の環境・道路安全課を訪問し、設置 12 ヶ月後の ACF の状況と性能計測結果を説明した。ジャカルタ特別州を訪問し、バス停への設置に向けた協議を行った。現地空調設備業者、弊社グループの OG インドネシアと、ACF 製品の販売に向けた協議を行った。環境・林業省において辻専門家に ACF の計測結果と、次回予定の ACF 技術紹介セミナーについて協議した。実施内容は以下の点である。

- (1) 公共事業省の環境・道路安全課を訪問し、設置 12 ヶ月後の ACF の状況と性能計測結果を説明した。また、次回予定する ACF 技術紹介セミナーについて、時期を 11 月下旬、会場を公共事業省内の会議室とする提案をし、同意を得た。
- (2) 前回、ジャカルタ特別州にて都市計画・環境担当副知事 Oswar 氏以下に ACF の技術説明とトランス・ジャカルタバスターミナルへの試験提案を行い、賛同を得ており、今回は担当者の BAPPEDA (都市計画局) 交通課長の Douglas 氏、他へ実務協議を行った。
- (3) 環境・林業省 JICA 辻専門家と、今回の乾期の性能と ACF 技術紹介セミナー、および今後の連携について協議した。

成果と今後の課題

- (1) 今回の計測で、NO₂については、前述の通り乾期の影響を簡易水洗により回復できたことを説明し、公共事業省環境・道路安全課側からは ACF の反応機構通りであることを認められた。また、今回も NO₂ より、昨今インドネシアで大きく報道されている PM_{2.5} についての情報を多く求められた。新規 PM_{2.5} センサについても関心が高かった。今回は PM_{2.5} が非常に高濃度であったこと、これが ACF により環境基準以下に抑えられたことを評価された。次回予定する ACF 技術紹介セミナーについて、時期を 11 月下旬、会場を公共事業省内の会議室とする提案をし、同意を得た。そのための会議要請レターを JICA 事務所様から発行して頂くこととなった。
- (2) ジャカルタ特別州にて前回の都市計画・環境担当副知事 Oswar 氏以下との協議を受け、実務者でありトランス・ジャカルタを所管する BAPPEDA 交通課長と協議したが、トランス・ジャカルタからの出席は今回は実施できず、次回へ持ち越しとなった。担当役員の Izzul 氏を次回紹介して頂き、バスターミナルへの試験提案を行う予定である。
- (3) 環境林業省辻専門家に ACF 計測結果と状況を説明し、本技術についての理解を深めて頂いた。次回予定の ACF 技術紹介セミナーについて、環境・林業省からも出席頂けることとなり、詳細を決定次第連絡することとした。



ジャカルタ特別州での会議

4.7. 第6回現地活動（2019年11月13日～11月27日）

概要

最終回となる第6回の現地活動は、渡航者は業務主任として吉川1名、セミナーの重要性を鑑み、弊社より事業部長増田、および外部人材として片平エンジニアリング・インターナショナル渡辺が参画した。

要点を以下にまとめる。

- (1) 前回までの設置12ヶ月間のACFユニットの周辺大気環境計測結果をとりまとめ、最終セミナー資料を作成した。発表内容につき、事前に公共事業省道路総局環境・道路安全課、第6国道事務所、PPK2国道維持管理事務所、JICA事務所を訪問し、協議を行い、アドバイス・コメントに基づき修正した。
- (2) 現地政府関係者を招いてセミナーを11月22日に開催した。出席者は約50名と多数の方に出席いただき、道路総局以外からも、環境林業省、DKIジャカルタ州、トランスジャカルタなど複数の機関から参加があった。セミナー後にはACF設置現場見学会も実施した。
- (3) 事業終了後のACF機器譲渡について、窓口である第6国道事務所と協議した。また、提出書類の内容については公共事業省国際局を訪問し確認した。

4.7.1 ACFセミナー

事前協議

まず、弊社の発表資料について、事前に配布していたカウンターパートの公共事業省道路総局環境・道路安全課、第6国道事務所、PPK2国道維持管理事務所、JICA事務所を訪問し、話の内容がインドネシア側の初めての参加者にも容易に、かつ効果的に理解され、同意を得られるよう内容を修正した。主な修正内容は以下の通りである。

- (1) ACF概要説明の内容につき、ACF設置と道路改修の相乗効果を取り入れた。
- (2) ACF計測結果の内容につき、インドネシア側の最近の関心はPM_{2.5}にあるが、NO_xはその前駆体となるので、NO_xの除去も重要である説明を加えた。
- (3) ACF設置前後でインドネシアの大気環境基準に対しNO_xがどうなったかを明確にするため、グラフに環境基準を明示し、設置後は基準を達成したことを強調した。さらに、参考であるが、PM_{2.5}の計測値にも大気環境基準を明示し、設置後は基準を達成したことを強調した。

この結果、事前に準備した資料から大きな変更はなかったが、各関係者からのアドバイス・コメントを頂き修正を行うことにより、資料の現地への理解度が高まった。また、事前に説明を行うことで、当日の発表の練習にもなった。

セミナー実施

公共事業省道路総局の会議室を借用し、11月22日の午前9時～11時30分に発表と討議を行った。発表者は順にバンドン工科大学アセツ講師、道路総局池田専門家、吉川である。主な出席者はカウンターパートである公共事業省道路総局環境・道路安全課よりKamal課長、Gita環境係長、Hendra技官、第6国道事務所よりChefin技官、PPK2国道維持管理事務所よりMaria所長、他である。また環境林業省より辻専門家、大気汚染管理局Dede技官、DKIジャカルタ州環境局よりDwiriani技官、トランスジャカルタよりYogi

氏などである。日本側は JICA 事務所より丹羽氏、石井氏、P T 大阪ガスインドネシアより遠藤、原、他である。また、セミナー終了後に希望者には JL Simatupang の ACF 設置現場見学会を行った。

(図 4.7.1~3)

セミナーの内容 (添付資料 2)

(1) インドネシア・ジャカルタの大気汚染の状況：バンドン工科大学アセツ講師

アセツ講師は大気汚染の移動現象解析等が専門であり、ジャカルタの気流・気象条件、地形と道路の交通量、工場地域など合わせて解析を行っている。また、ジャカルタの米国大使館が公表する大気汚染データとインドネシア環境林業省のデータを合わせて解析した。その結果、ジャカルタの AQI (大気質インデックス) は 2017 年に比べ 2018 年は大幅に悪化していると報告があった。

(2) 日本における道路環境対策：池田専門家

池田専門家は①道路分野における温室効果ガスの排出抑制、②道路における環境対策の 2 点について発表された。②の中では、騒音と大気汚染について説明があり、日本国内の騒音の環境基準達成状況は 93.9%であるが、東京中心部では、62.5%に留まるとの紹介があった。一方大気汚染では、NO₂とSPMは環境基準をほぼ100%達成しており、PM_{2.5}も約90%達成しているとの報告があった。この達成の要因としては、長年に渡る車両の排ガス規制に加え、道路構造等の改良を上げられ、東京都板橋区大和町交差点の事例を紹介された。

(3) ACFの概要およびジャカルタにおける計測結果：吉川

前述のとおり、ACFの概要では日本における実績の紹介を行った。ジャカルタにおけるACF周辺の計測結果では、NO₂の濃度が設置後1年間にわたり、設置前より低減され、インドネシアの環境基準を達成できたことを紹介した。また、雨季には除去率は向上したが、乾季にはACFの雨による洗浄が乏しかったため、若干低下したこと、および本年8月に簡易水洗を行った結果、同じく乾期であった7月の数値より平均で10%程度除去率が回復したことを報告した。ACFから離れた地点での計測では、鉛直高さ方向1m~1.8mには大差は無かったが、水平方向に10~20m離れた地点では、最大で77%低減しており、ACF設置前の距離減衰10~20%を大きく上回り、効果があったと言えることを報告した。参考として、PM_{2.5}、SO₂、COの結果も紹介し、特にPM_{2.5}は平均除去率36~52%と、自然風を利用する浄化装置としては高い効果があること、設置後はインドネシアの24hr環境基準を達成したことを紹介した。

質疑

主な質疑は以下の通りである。

Q：ACFの洗浄水に含まれるNO₃⁻が水質を汚染することは無いか？

A：NO₃⁻濃度は基本的に洗浄水の量でコントロールでき、日本の実績では適正な洗浄水量または降雨量で排出基準以下であった。

Q：ACFの価格は？

A：受注生産であり、ここでは控えさせて頂く。

Q：トランスジャカルタとの連携については？

A：ジャカルタ州副知事の同意を得て、すでに検討に入っている。

Q：ジャカルタ市中心部、渋滞の激しいスディルマン通りなどにも置けないか？

A：スディルマン通りは歩道も広く開放空間であり、沿道に置くより、バス待合所付近、歩道橋などの半閉鎖空間が良いのではと考える。



図 4.7.1 セミナー状況



図 4.7.2 セミナー集合写真



図 4.7.3 ACF現場見学会

成果と今後の課題

今回のセミナーでは、カウンターパートの公共事業省関係者以外にも、多くの関係機関からの参加を得て、ACF技術の説明をジャカルタの広範囲な関係者に向け実施できた。ACFの性能に関しては、除去率の値よりも、ACF前後で環境基準に対しどうなったかに関心があり、事前に資料を改定したことが非常に効果的であった。また、当初目的のNO₂以外に、昨今インドネシアで大きく報道されているPM_{2.5}についても効果があったことにより、ACFに対する期待が高まったと感じられた。計測に用いた新規PM_{2.5}センサについても関心が高かった。

一方、今後の政策実現に向け、どのように出席者同士で連携して頂くかが、省庁間および国と地方政府の関係の中で、課題として残った。具体的には環境林業省と公共事業省との役割分担と連携になる。また、当初計画していたジャカルタ以外の地方都市からの参加者は、名簿を確認した中では見当たらず、地方都市からの出席確認の難しさが課題となった。

また、本事業終了後のACF機器の譲渡については、窓口である第6国道事務所と協議し、セミナーでの報告結果により、ACFの性能面は問題無いことを確認した。また、譲渡のための提出書類の内容については公共事業省国際局を訪問し確認した。その結果、提出書類（BAST）についてはJICAの書式になること、また、添付資料として、ACF性能計測結果を、セミナーの発表資料を報告書形式に編集して第6国道事務所へ提出することを確認した。

第5章 本事業の総括（実施結果に対する評価）

5.1. 本事業の成果（対象国・地域・都市への貢献）

本事業の成果を総括すると、次の2点が挙げられ、3.1.2項で記載した目標は達成できたと考えている。

- (1) ACFユニット100台を交通渋滞の激しいジャカルタ幹線道路沿いの病院前に安全に設置し、計5回の環境計測を行い、約60%のNO₂の低減効果により周辺の大気環境基準を達成したこと、およびPM_{2.5}についても低減効果があることを実証した（図5.1.1）。
- (2) ACF周辺の環境計測データを基に、インドネシアの熱帯の気候と日本より深刻な渋滞道路において大気浄化効果を確認し、乾季における水洗を検証し、維持管理方法についても確認し、ACFセミナーで示すことによりインドネシア政府が大気汚染対策の検討を行う材料を提供できた。

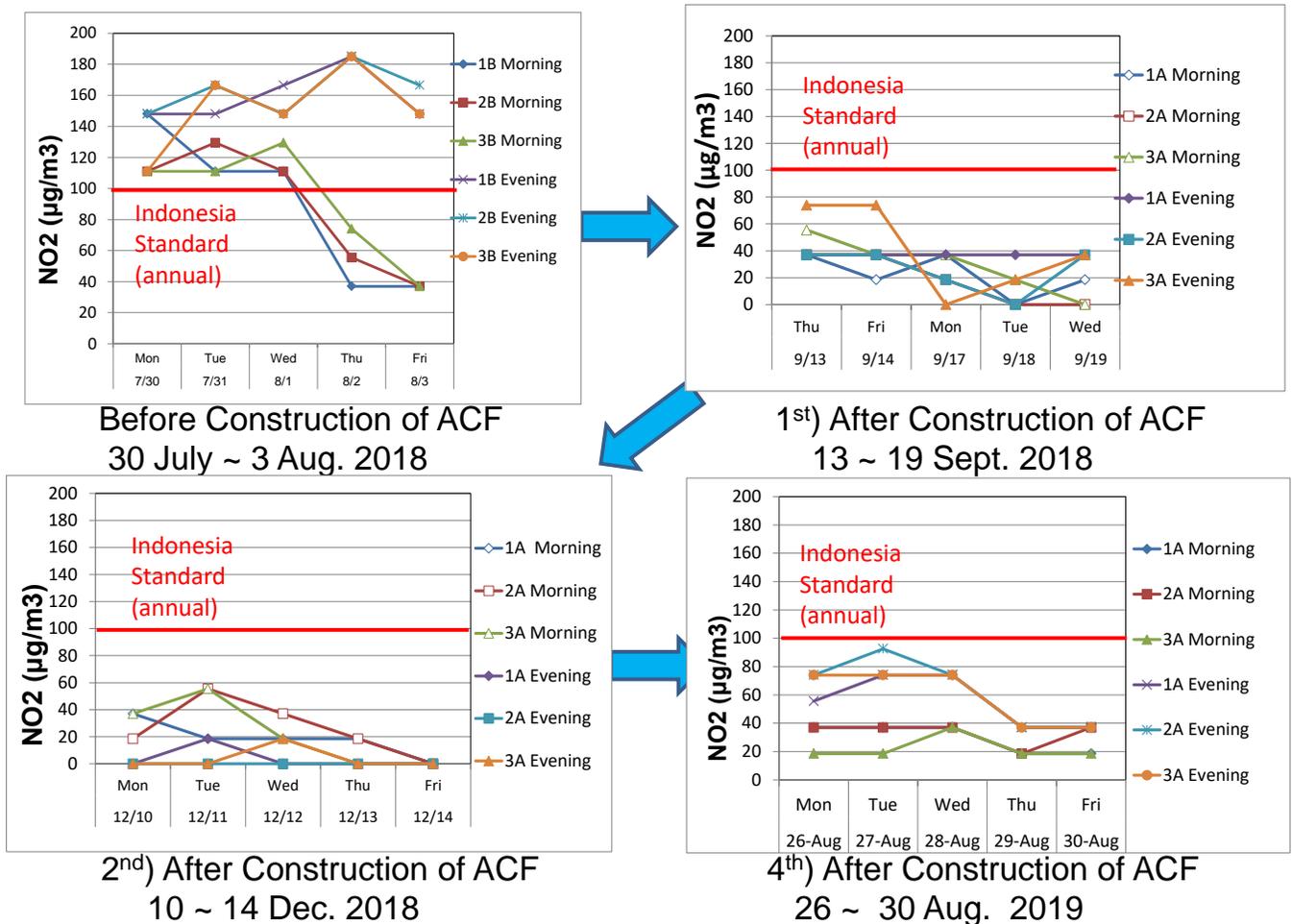


図 5.1.1 設置前と設置後1年間のACF周辺のNO₂濃度

5.2. 本事業の成果（ビジネス面）、及び残課題とその解決方針

5.2.1. 本事業の成果（ビジネス面）

ACF技術の市場性・現地ニーズは現地活動を通じて非常に大きいと考えられた。ACF技術へのPUの理解は、2年間の活動を通じて、事業開始前に比べ大きく進歩した。人材については、本邦受入を通じて、ACFの効果や維持管理などの技術を正しく理解できる人材を得られた。現地への輸出、施工にはライセンスを有する現地企業とのパートナー関係を構築し、今後のビジネスでも協力を得られることとなった。商流については、弊社と現地パートナーおよび弊社グループのOGインドネシアの協力体制を構築できた。採算性に関しては、現状競合品は無いが、PUでの予算取りの難しさから、今後JICA殿とも協議して、ODA等の活用案を策定する必要がある。

5.2.2. 課題と解決方針

#	タスク ビジネス展開に向けて事業内に実施すべき項目	活動計画と実績					達成状況と評価	残課題と解決方針	解決へのアクションと時期
		第1回 (現地)	第2回 (現地)	第3回 (本邦)	第4回 ~6回 (現地)	第5回 (現地)			
1	ACFユニット施工計画の確認	■					完 ・公共事業省との協議、および現地協力者、施工業者との打合せを行い、施工方法を決定した。		
2	ACFユニット設置工事、現地理解の検証		■■■■■				完 ・国道にACFを安全に施工完了した。 ・現場見学会を実施し、公共事業省関係者にACF製品を理解頂き、導入に向けた意見を得られた。		
3	大気環境技術のオペレーション人材の育成			■■■			完 ・本邦受入活動を通じてACF環境技術と環境政策に通じる人材を育成した。		
4	現地でのACFユニットの性能実証と現地見学会・セミナーの実施		■■■	■■■■■			完 ・計5回に渡る計測で性能を実証した。 ・セミナーを開催し、公共事業省他関係者に効果を認めて頂き、アンケートで回答頂いた。		
5	ACFの点検と引き渡し協議				■■■■■		完 ・1年間の点検を終え、引き渡し手続きを進めた。		
6	商流の確定		■■■				完 ・ACFユニットは現地ライセンス業者を通じて納入する。マーケティング全般の支援はOGインドネシアが行うことに決定した。	・現地で直販可能な体制の構築。	・ビジネスが拡大した段階で弊社グループと現地企業との合併化を検討する。
7	採算性の確保				■■■■■		完 ・現状競合品は無い ・現時点でのインドネシア政府の予算計画までは得られていない。 ・民間ベースの商談は開始した。	・道路建設予算への提案と獲得が必要。	・2~3年以内にODA等の活用案をPU、JICAと協議して策定する。

表に記載の、商流については、当面ACFユニットは国内製造し、現地ライセンス業者を通じて納入する予定であるが、直販可能な体制の構築のため、ビジネスが進展した段階で弊社グループと現地企業との合弁化を検討する。尚、マーケティング全般の業務支援は弊社グループのOGインドネシアが行う予定である。

本事業で調達したACF機材については、PUへ譲渡するが、設置場所の道路 JL Simatupnag が国からジャカルタ州に移管予定であることから、いったんPUに譲渡した上でPUからDKIへ譲渡されることになる。そのため、維持管理方法もPUから確実にDKIへ引き継ぐ必要がある。維持管理については、乾季には簡易な水洗が必要であり、そのことをPUに説明している。幸い、道路管理者となるDKIのエリア管轄では、ACF設置場所の植栽の手入れをほぼ毎日実施しており、その中で月1回程度の水洗は問題なく行って頂ける見込みである。

第6章 本事業実施後のビジネス展開の計画

6.1. ビジネスの目的及び目標

6.1.1. ビジネスを通じて期待される成果（対象国・地域・都市の社会・経済開発への貢献）

2.2.2に記載の通り、ジャカルタの深刻な交通渋滞が起す大気汚染の経済的な被害額は、2012年の国連環境計画（UNEP）の調査によれば、呼吸器疾患の費用として年間38.5兆ルピア（約3850億円）に達している。（ジャカルタ新聞 2014年5月31日）。従って、このNOxが局所的に高濃度になる、渋滞の激しい地区にある学校の周辺等500箇所程度で、局所汚染対策を行えば、年間1万人以上の呼吸器疾患の低減効果をもたらす事が期待される。このことにより、地域経済へ数億円規模の経済効果が得られる。

日本もかつてそうであったように、公害による健康被害は広範囲にわたり、特に経済的弱者、交通弱者、児童などが被害者となることが多い傾向にあり、その因果関係の特定や被害者の救済には非常に長い時間がかかってきた。インドネシアにおいては公害健康被害補償の法整備もこれからであり、今後の対策にはかなりの時間を要すると思われる。その中で先駆的、予防的に大気汚染対策であるACF技術を広めることは、大気汚染に苦しむインドネシア都市部の住民に環境問題への理解と解決手法を提起するものである。

6.1.2. ビジネスを通じて期待される成果（ビジネス面）

ACF技術のビジネス展開による販売数は、ビジネス立ち上げ時期にはジャカルタ都市部の渋滞道路で、特に学校や病院周辺を優先する。市場規模としては、ジャカルタ中央、東、南地区の公・私立の小学校1615校、中学校764校、高校341校のうち、交通量が多く大気汚染の激しい地点にあるものが、約500校、1箇所当たりACF施工規模は50～100万円（工事費除く）として、2.5～5億円程度が見込める。また、公立病院は13か所あり、これらには1箇所100～500万円程度のAC

F 施工規模が見込める(図 6.1.1~2)。次の段階の設置場所は、渋滞道路の中央にあるバスステーション、大規模ショッピングモールの駐車場等の排ガスの汚染対策が必要な地点である。さらに次の段階で、一般道路へ広げると、ジャカルタの渋滞道路の総延長距離は推定 150 km あり、このうち 20%の 30 km の道路沿道に設置されるとすると、30 億円の市場が見込める。また、7~10 年経過時には ACF の交換需要も発生し、これが年間 3 億円規模で存在する。ジャカルタ以外の ASEAN 諸国の大都市部を含めると、この数倍以上の市場が見込まれる。

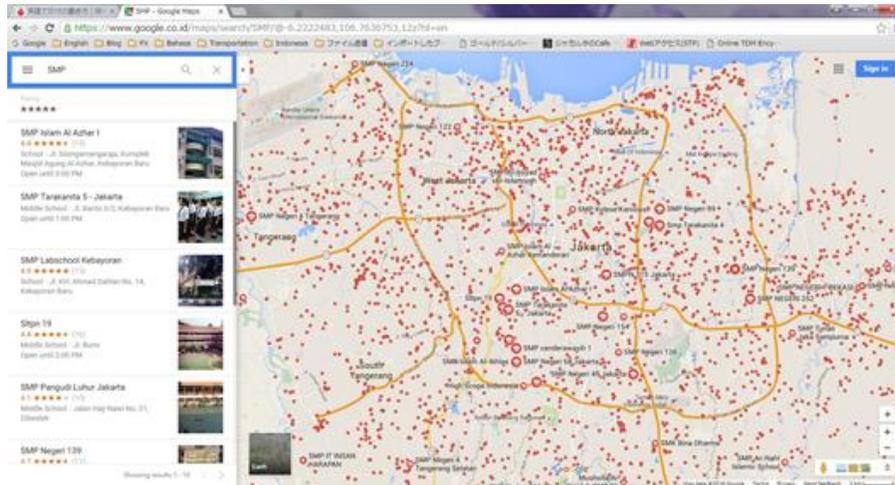


図 6.1.1 ジャカルタの小中学校分布 (Google マップ)

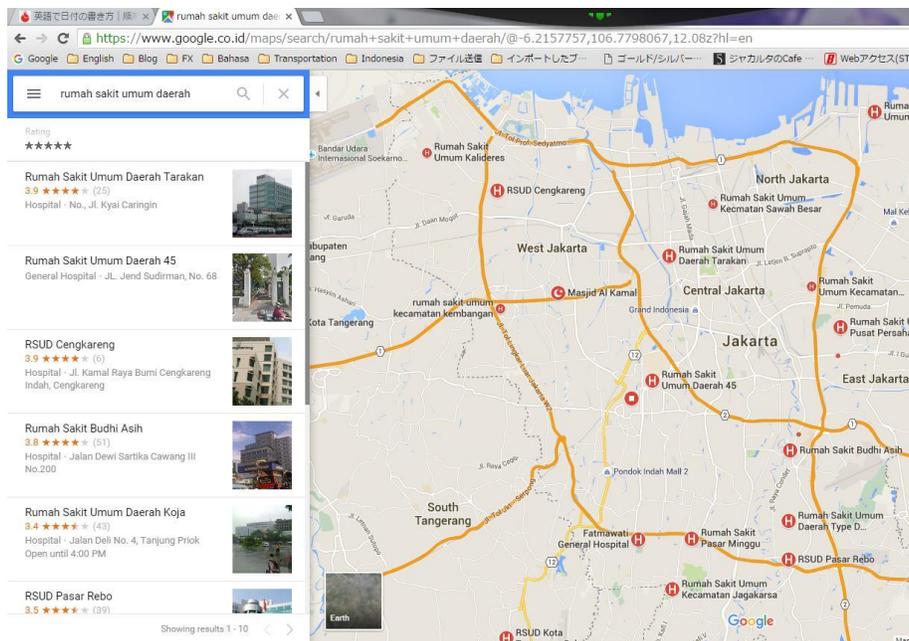


図 6.1.2 ジャカルタの公立病院分布 (Google マップ)

6.2. ビジネス展開計画

6.2.1. ビジネスの概要

ビジネスの概要として、下図のように、初期段階はACF繊維の製造、ユニット組立、フレーム化までを国内の弊社グループ、協力企業で行い、そこから輸出し、輸入、現地施工は現地のパートナー企業が行う。次の段階として、ビジネスが拡大した後は、ACF繊維の製造は国内で行い、これを輸出し、ユニットの組立以降は弊社グループと現地企業との合弁企業にて進めることを目標とする。その段階では、合わせて、ACFユニット維持管理（水洗、交換など）、及び環境計測サービスなども手掛けていきたい。

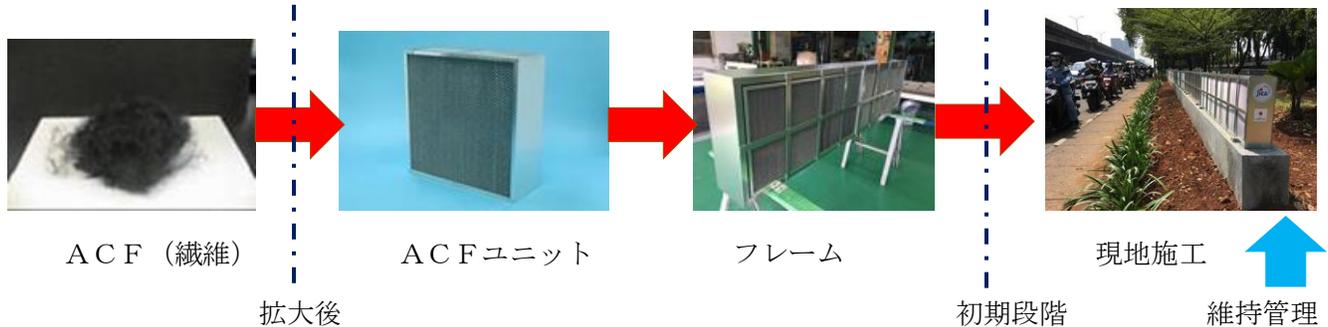


図 6.2.1 ACF製品ビジネスフロー

6.2.2. ビジネスのターゲット

本ビジネスのターゲットは、6.1.2で記載の通り、初期段階はジャカルタ都市部の渋滞道路で、特に学校や病院周辺を優先であり、市場規模としては、2.5～5億円程度が見込める。次の段階のターゲットは、渋滞道路の中央にあるバスステーション、大規模ショッピングモールの駐車場等であり、これらは1箇所500万～2000万円程度、50か所程度の潜在があり、10億円程度の市場規模がある。さらに次の段階で、一般道路へ広げると、30億円程度の市場が見込める。また、7～10年経過時にはACFの交換需要も発生し、これが年間3億円規模で存在する。

6.2.3. ビジネスの実施体制

ビジネスの実施体制としては、6.2.1で記載の通り、ACF繊維の製造は知的財産権のセキュリティ上、国内の弊社グループとする。ACFユニット組立、フレーム化は当面は国内の弊社グループ、協力企業で行うが、市場が拡大した時点で弊社グループと現地企業との合弁企業にて進める計画である。これは、販売の直販化のみならず、インドネシアの豊富な労働力を活かし、低コスト製造を可能にすることと、現地の経済へも寄与できる。現地での政府関係パートナーとしては、引き続きPUとの連携をお願いしたい。

6.2.4. ビジネス展開のスケジュール

初期段階のジャカルタ都市部の渋滞道路、学校や病院周辺については2023年を目途に大規模設置実績を作りたい。バスステーション、大規模ショッピングモール等の民間市場は2021年に試験施工、2023年に販売開始を目標とする。これらの実績を積みあげ、投資判断を行った上で、2025年頃に現地合弁企業設立、2026年現地組み立て開始を目指す。

6.2.5. 投資計画及び資金計画

前述の通り、ACFユニットの製造は既に保有する国内の弊社グループとし、当面は設備投資不要である。現地での営業サポートは2019年設立のOGインドネシアが行い、その先に予定する合弁企業は輸入、ユニット組立、販売、施工等を行うため、5億円程度の初期投資が必要となる見込みである。これは自社資金による。投資回収は10年以内を見込む。

6.2.6. 競合の状況

現時点でインドネシア国内の道路大気環境対策として競合品は見当たらない。日本国内では2.2.1に記載した競合品があるが、途上国の環境対策には適していない。今後は、道路の改良や低公害車の普及などで徐々に改善はされるものと見込まれるが、ジャカルタの現状を見る限り数年～10年程度の短期での改善は期待できない。

6.2.7. ビジネス展開上の課題と解決方針

ビジネス展開へ向けた課題として、端的には道路沿道にACFを設置するための予算である。現状インドネシア政府の道路整備予算は厳しく、インドネシアの国家中期開発計画で道路整備に必要とされる1340億USドルに対し、政府予算でカバーできる割合は3割程度しかない。そのため、PPPや政府援助などで予算を確保しなければならない(第31回日本道路会議講演会資料)。このような状況の中、環境対策として予算を優先的に執行するための仕組み、戦略立案が重要であるが、大気環境の目標を作成するのはKLHKであり、道路整備の予算はPUが策定するため、両者の連携と目標共有が必要となってくる。一方、インドネシアの主要都市では道路の国から地方自治体への移管が進んでおり、ジャカルタ州を始めとする自治体での独自策の重要性も高い。以上のような状況から、今後はPUとの連携、ACF設置提案は引き続き行うこととし、本事業に直接関与しなかったジャカルタ州を始めとする地方主要都市(例:バンドン、パレンバン、スラバヤ、スマラン等)への働きかけも必要である。地方都市への提案に関しては、地方都市協議会(APEKSI)や、国家開発企画庁(BAPPENAS)とも連携する必要がある。

また、本事業成果に基づき、直近では、本事業の当初企画で提案した、DKI傘下のトランス・ジャカルタのバス停への設置を協議している。詳細は現在も協議中であるが、バス停1か所に試験的にACFユニットを設置し、その効果をモニターし乗客市民に公開しPRする計画である。また、そこで用いるACFユニットは、本事業で用いたタイプよりも、現地に関心の高いPM2.5の除去能力を高めたものにする予定である。これらビジネス展開のため、2019年に設立した弊社グループのPT OGインドネシアを営業支援拠点として進める計画である。

6.2.8. ビジネス展開に際し想定されるリスクとその対応策

ビジネス面でのリスクは、インドネシア政府が予算への優先性を認めず、先送りする事等であるが、この点については、国と地方都市の双方に環境改善の必要性をさらに強調し提案することにより回避していく。現地の許認可関係としては、公共の道路に設置する場合に実績データが必要であるが、本事業で取得したA

ＣＦ大気浄化の効果データを活用していく計画である。法的なリスクは、日本および現地での安全性証明を受け、非常に小さいと考えられる。

6.3. ODA 事業との連携可能性

6.3.1. 連携事業の必要性

インドネシアでの道路整備の実施には予算不足からPPPや政府援助などが必須の状態であり、PU担当者からも日本の援助を期待する意見が多くある。本ビジネスはインドネシアで問題となっている大気汚染の改善と、弊社の事業拡大との相乗効果が期待できる分野であるため、ODA事業との連携は必要であると考えられる。

6.3.2. 想定される事業スキーム

ACF大気浄化ユニットの実際の設計、F/S、建設等の経験はPUにはないため、日本からの指導を受けて進める必要があり、技術協力などのスキームが適していると考えられるが、詳細はJICA殿、現地の関係者と協議して決めていく必要がある。

6.3.3. 連携事業の具体的内容

ODA連携時事業の具体的な内容としては、特に対策が急がれるジャカルタ都市部の渋滞道路で、学校や病院周辺へのACF設置が考えられる。6.1.2に記載した、学校約500校、公立病院13か所への設置などの優先度が高い。これらの箇所の周辺道路への設置、または施設の道路境界フェンスなどに設置することが効果的である。関係者に効果を認識して頂けるよう、簡易な計測器でモニター表示することも適している。

添付資料

- ◇ 添付1 ACF設置工事許可 (Technical Recommendation)
- ◇ 添付2. ACFセミナー資料
- ◇ 添付3 ACF技術へのアンケート結果



REKOMTEK/ Rekomendasi Teknis

1. BANGUNAN DAN JARINGAN UTILITAS*)
2. IKLAN DAN MEDIA INFORMASI*)
3. BANGUN-BANGUNAN*)
4. BANGUNAN DI DALAM RUANG MILIK JALAN*)

Nomor : Td. 1303-Bb6/REK/UT Jakarta, 15 Agustus 2018
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (satu) berkas
Hal : Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA 0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus.

Kepada Yth.
PT. Mega Karya Sampurna.
di-
TEMPAT

Berdasarkan surat kami Nomor : TN.1303-PP/Bb6/159, tanggal 9 Agustus 2018, Perihal Permohonan Persetujuan Prinsip Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA 0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus, dan surat kelengkapan persyaratan yang Saudara sampaikan melalui Surat Nomor 010/SE/MKS-PEM/VII tanggal 20 Juli 2018.

Untuk permohonan Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA 0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus, yang dituangkan dalam Berita Acara Pemeriksaan dan Evaluasi Hasil Survey dengan Nomor 1393/BA-EV/PERIZINAN/Bb6.PJNMIJ.PPK2/VII/2018 tanggal 25 Juli 2018, pada prinsipnya permohonan saudara dapat diizinkan dengan syarat sebagai berikut :

- 1) Wajib melaksanakan pengaturan lalu lintas;
- 2) Pelaksanaan penggalian, pemasangan dan pengembalian konstruksi jalan wajib diawasi oleh petugas yang ditunjuk oleh penyelenggara jalan;
- 3) Wajib menjaga, memelihara Bangunan Pelengkap Jalan (trotoar, bahu, saluran,dll) dan bertanggung jawab terhadap segala kerusakan jalan yang disebabkan Pelaksanaan dan Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA 0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus, selama jangka waktu perizinan dan;
- 4) Bersedia membongkar, memindahkan, menanggung biaya dan mengembalikan seperti semula dalam hal:
 - Berakhirnya jangka waktu perizinan dan tidak diperpanjang lagi;
 - Penyelenggara jalan membutuhkan lagi;

- 5) Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA 0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus,, ini berlaku selama 1 (satu) Tahun sejak tanggal diterbitkannya izin ini

Demikian rekomendasi teknis ini diberikan untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Penerima Izin

PT. Mega Karya Sampurna



Hendrik Sutoyo Sudharsono
Direktur

Pemberi Izin

**KEPALA BALAI BESAR
PELAKSANAAN JALAN NASIONAL VI**



Dr. Ir. Hari Suko Setiono, M.Eng.Sc.
NIP. 196305151993121001

TembusanYth :

1. Sekretaris Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Sebagai Laporan);
2. Direktur Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
3. Kepala Pusat PBMN, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
4. Kepala Satker Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan I Jakarta;
5. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) 2 Metropolitan I Jakarta;

*) Lingkari sesuai izin yang diberikan.



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA
BALAI BESAR PELAKSANAAN JALAN NASIONAL VI
Komplek Departemen PU Jalan Sapta Taruna Raya No. 21 Jakarta Selatan 12310
Telp. (021) 7506548 / 7506564 / 7506540 Fax. (021) 7506558 Email : bbpjn6@pu.go.id

PERSETUJUAN PRINSIP

1. IZIN PEMBANGUNAN / PENEMPATAN BANGUNAN DAN JARINGAN UTILITAS*)
2. IZIN PEMBANGUNAN / PENEMPATAN IKLAN DAN MEDIA INFORMASI*)
3. IZIN PEMBANGUNAN / PENEMPATAN BANGUN-BANGUNAN*)
4. IZIN PEMBANGUNAN / PENEMPATAN BANGUNAN DI DALAM RUANG MILIK JALAN*)

Nomor : TU.1303 - PP/BBG/159 Jakarta, 09 Agustus 2018
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (satu) berkas
Hal : Persetujuan Prinsip Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA.0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus.

Kepada Yth.
PT. Mega Karya Sampurna.
di-
TEMPAT

Sehubungan dengan permohonan Saudara dengan surat Nomor 010/SE/MKS-PEM/VII tanggal 20 Juli 2018, Perihal Permohonan Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA.0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus, setelah dilakukan evaluasi persyaratan administrasi dan persyaratan teknis serta hasil peninjauan lapangan, pada prinsipnya permohonan Saudara dapat disetujui.

Guna pemberian Izin Pekerjaan Penempatan Activated Carbon Fiber (ACF) Air Purification Unit di Ruas Jalan TB. Simatupang STA.0+000 Simpang Lampu Merah RS. Fatmawati Sisi Kiri Arah Lebak Bulus, diharapkan Saudara segera melengkapi persyaratan berikut:

- 1) Rencana teknis rinci yang meliputi : gambar konstruksi dan bahan konstruksi;
- 2) Metode Pelaksanaan;
- 3) Menyerahkan Jaminan Pelaksanaan kepada Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) 2 Metropolitan I Jakarta;
- 4) Melampirkan Surat Pernyataan bermaterai tidak membayar sewa lahan.

Demikian persetujuan prinsip ini kami berikan guna dilengkapi dan proses lebih lanjut.

**KEPALA BALAI BESAR
PELAKSANAAN JALAN NASIONAL VI**

Dr. Ir. Hari Suko Setiono, M.Eng.Sc.
NIP. 196305151993121001

Tembusan Yth :

1. Sekretaris Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Sebagai Laporan);
2. Direktur Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
3. Kepala Pusat PBMN, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat;
4. Kepala Satker Pelaksanaan Jalan Nasional Metropolitan I Jakarta;
5. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) 2 Metropolitan I Jakarta.

*) Lingkari sesuai izin yang diberikan.

Information and application in Japan of Activated Carbon Fiber(ACF) Air Purification Unit

November, 2019

Masaaki Yoshikawa
Osaka Gas Engineering co., Ltd.
yoshikaw@osakaqas.co.jp



Company Profile

Osaka Gas group companies produce various carbon materials, such as Carbon Fibers(CF), Activated Carbon(AC), and Activated Carbon Fibers(ACF).



Information of ACF

	Activated Carbon Fiber (ACF)	Granular Activated Carbon (GAC)
Appearance		
SEM Image (× 1,000)		
Image of Pore structure		

On the surface of the thin carbon fiber of 10~20 μm diameters, 1~2nm Micro Pores are uniformly formed, and adsorption rate is over 10 times faster than the conventional GACs.

3

Information of ACF

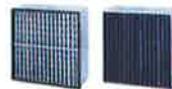
Examples of ACF application



Water Purifiers



Solvent Recovery System



Air Cleaning Filters



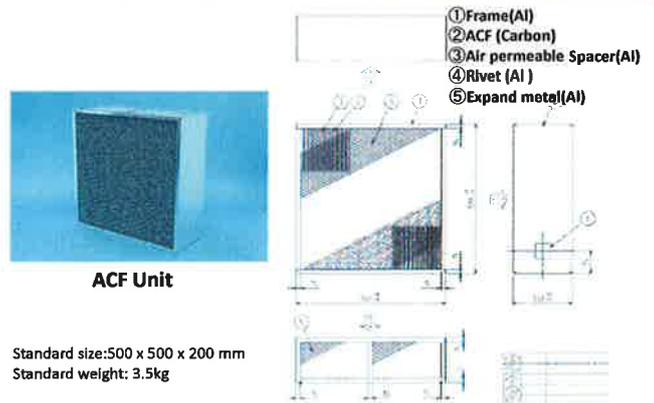
NOx & SOx removal

Information of ACF



- ACF unit doesn't use electric power but use **only natural wind**.
- ACF can **remove 80% of NO2** in the atmosphere.
- ACF can **be washable** and maintenance-free in the long term.

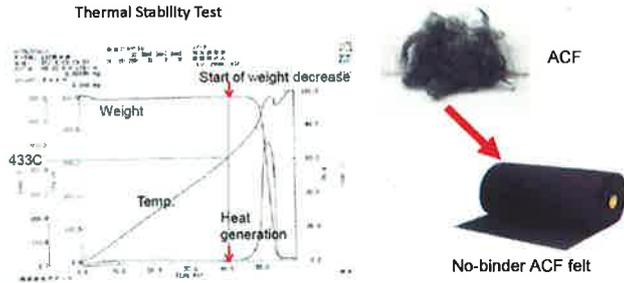
Information of ACF



Standard size: 500 x 500 x 200 mm
Standard weight: 3.5kg

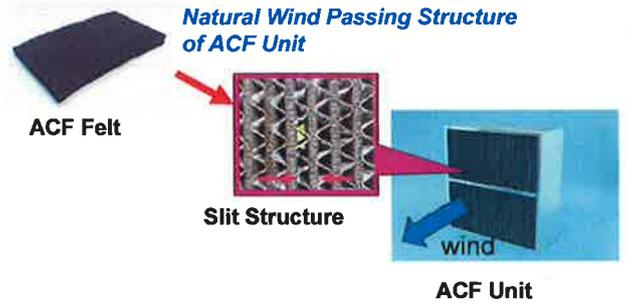
All other material of ACF Unit is made of Aluminum.

Information of ACF



ACF is approved as Non Combustibility products.
ACF is pure carbon (>99%) and stable up to 400 degree C.

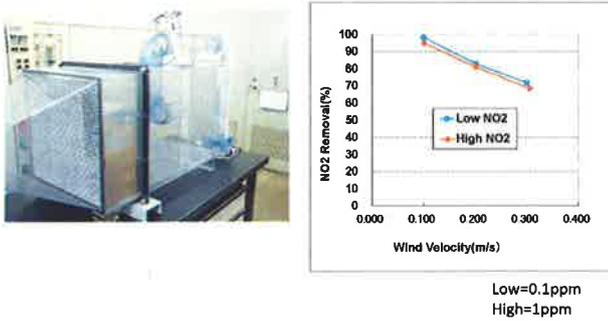
Information of ACF



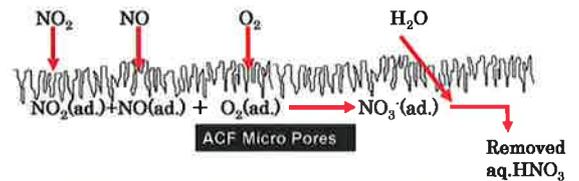
ACF Unit is made as "Slit Structure" which has a clearance of 8 mm between ACF Felt. This structure shows very low pressure drop and it can pass through natural wind over ACF as parallel flow.

Information of ACF

Test result of ACF Unit at the laboratory



Information of ACF

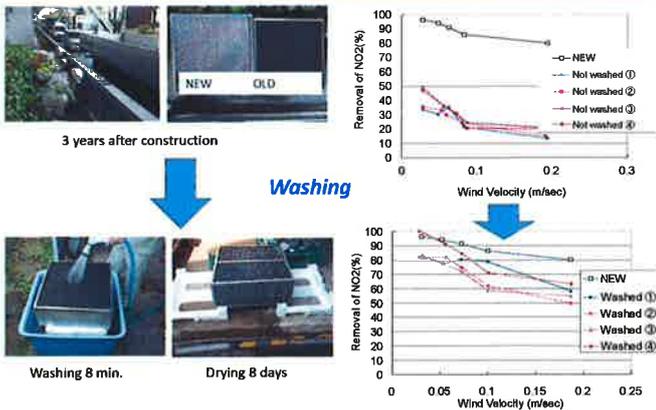


NOx Removal Mechanism over ACF

The mechanism of NO₂/NO removal over ACF consists of adsorption and oxidation of NO₂/NO into NO₃.

This reaction will be regenerated by the water washing that removes aq.HNO₃ from ACF.

Information of ACF



Regeneration test by washing of ACF after 3 years

Application of ACF in Japan



The national road No.43 in Osaka prefecture (2007).

Application of ACF in Japan

NOx purification of greenhouse heating gas for agriculture



©Hokkaido Salad Paprika

ACF information

Summary:

- 1) ACF was developed in Japan, and widely used in air/water cleaning application.
- 2) ACF Air Purification Units was certified for highly effective removal of air pollution in Japan.
- 3) ACF has long life time based on proper water washing or natural rain washing. ACF has been utilized more than 10 years on national road in Japan.

Measurement result of Activated Carbon Fibers (ACF) Air Purification Unit in Jakarta

November, 2019

Masaaki Yoshikawa
Osaka Gas Engineering co., ltd.
yoshikaw@osakagas.co.jp

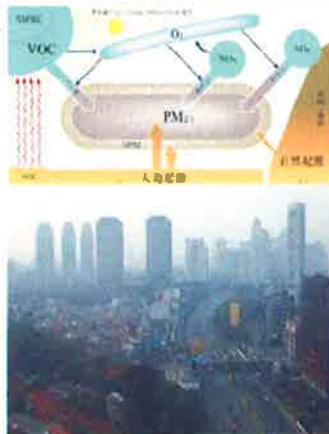
Backgrounds

As an air pollutant, **NO₂** causes various damages .
At short-term concentrations exceeding 200 µg/m³, it may cause significant inflammation of the airways, may cause asthma, pneumonia or lung cancer.

WHO Guideline	40 µg/m³ annual mean 200 µg/m³ 1-hour mean
Environmental Quality Standards in Japan	0.06ppm daily mean (= 123 µg/m³)
Environmental Quality Standards in Indonesia	100 µg/m³ annual mean 400 µg/m³ 1-hour mean

Backgrounds

NO₂ is the main source of nitrate aerosols, which will form **PM_{2.5}** in the presence of ultraviolet light and ozone.



Project Purpose

(from Minutes of Meeting on 11 September, 2017)

Purposes of the Project are:

1. To demonstrate the effect of reducing NOx concentration of the local environment
2. To make Public Relations for a better understanding of ACF technology to the people of Indonesia.
3. To encourage dissemination to local government through installation of ACF unit in the national road where severe traffic jam often occur in Jakarta along the arterial roads

Jakarta, 11 September, 2017

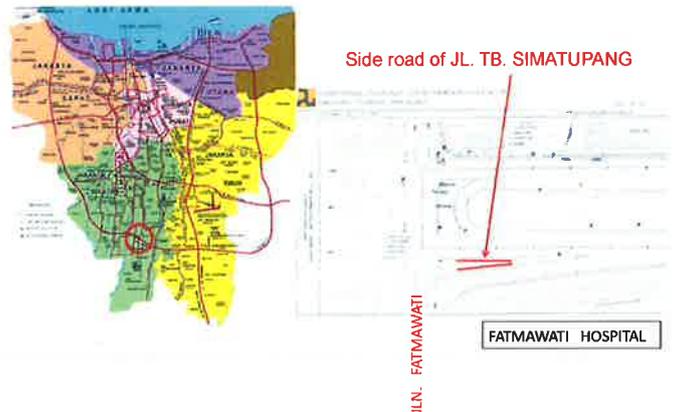
Mr. Naoki Ando
Chief Representative
JICA Indonesia Office
Japan International Agency

Ané Setiadi-Moerawati
Director General
Directorate General of Highways
Ministry of Public Works and
Housing

Schedule of Project



Measurement Location



Traffic Situation

Timing of switching traffic signals (Aug. 2019)



Daily Numbers of traffic (2018)

Type	Daily Numbers
Motorcycle	285,111
Sedan	251,307
Wagon	8,835
Pickup, Micro truck	14,889
Small Bus	2,196
Large Bus	8,276
Small Truck	12,195
Medium Truck	3,189
Truck	1,782
Trailer Truck	15
Semi Trailer Truck	198
Bicycle, etc.	327
Weighted average	195,440

Construction of ACF Units



Fabrication of 4 ACF units in 1 Steel Framework (L=2m) at Japan



100 ACF units
Total length = 50m



ACF units in Jakarta

100 ACF units Total length = 50m

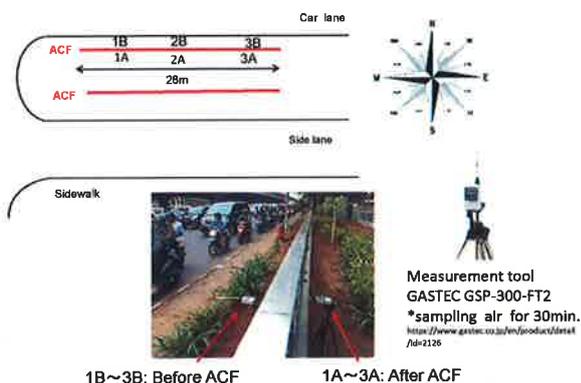


Completion: 13 Sept. 2018

Measurement Period

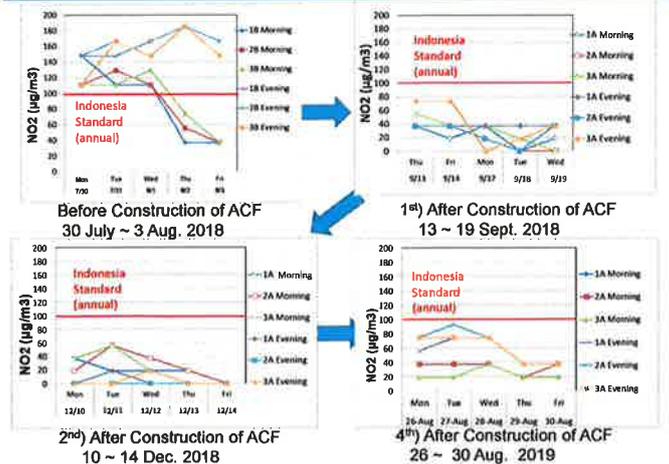


Measurement Method



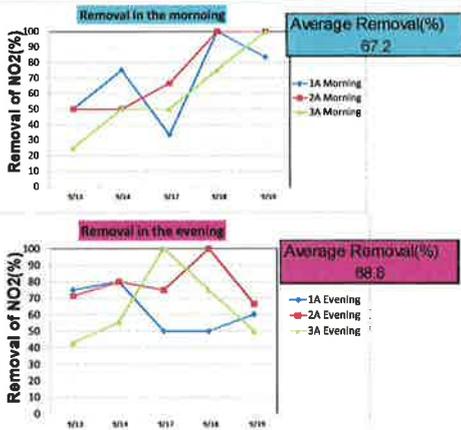
$$\text{NO}_2 \text{ Removal (\%)} = \frac{(\text{NO}_2 \text{ Before ACF} - \text{NO}_2 \text{ After ACF})}{(\text{NO}_2 \text{ Before ACF})} \times 100$$

Measurement Result -NO₂ concentration-



Measurement Result -NO2 Removal-

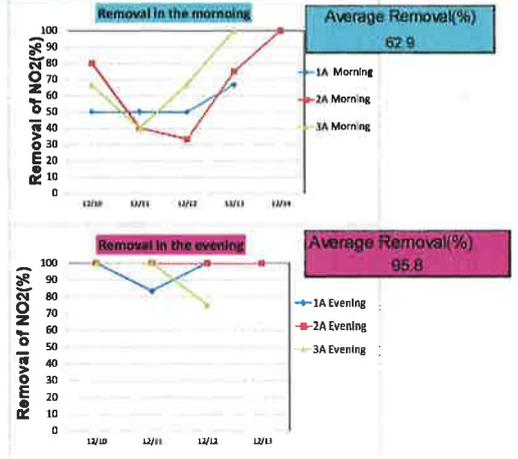
1st 13~ 19 Sept.
2018



$$\text{NO2 Removal (\%)} = (\text{NO2 Before ACF} - \text{NO2 After ACF}) / (\text{NO2 Before ACF}) * 100$$

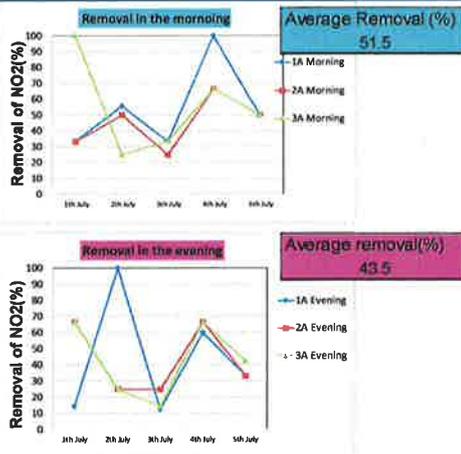
Measurement Result -NO2 Removal-

2nd 10~ 14 Dec.
2018



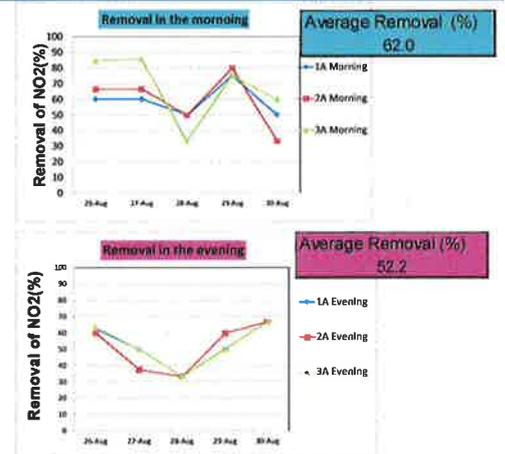
Measurement Result -NO2 Removal-

3rd 1 ~ 5 July
2019

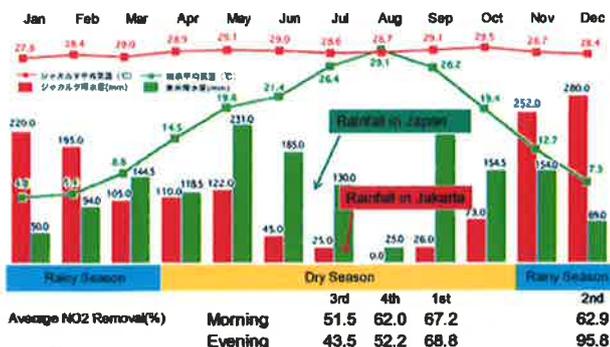


Measurement Result -NO2 Removal-

4th 26 ~ 30 Aug.
2019



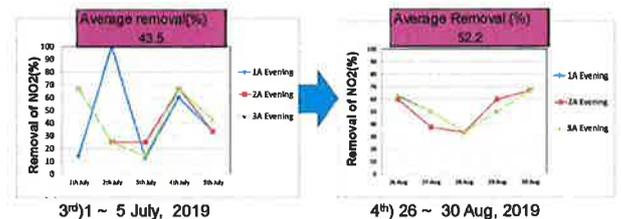
Effect of Rainfall on NO2 Removal



Effect of Washing ACF on NO2 Removal



ACF was washed by a little amount of water (8L) before measurement in the 4th period on 26 ~ 30 August 2019. The NO2 removal was regenerated obviously compared to July.

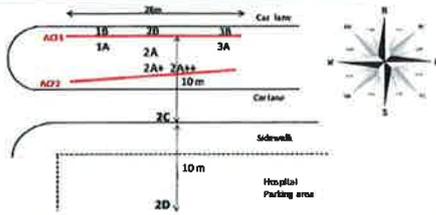


3rd 1 ~ 5 July, 2019

4th 26 ~ 30 Aug, 2019

Measurement at several meters away from the ACF

4th) 26 ~ 30 Aug. 2019



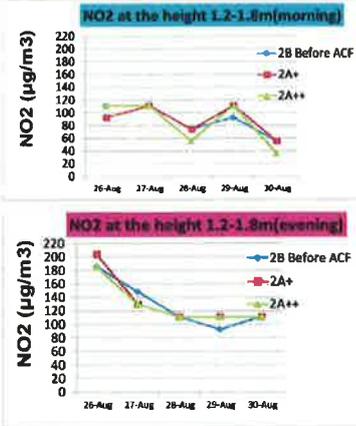
2A+: 1.2m height
2A++: 1.8m height
2C: 10m away
2D: 20m away

Measurement at several meters away from the ACF

NO₂ at 1.2~1.8m height just behind ACF units were almost same as car lane.



2A+: 1.2m height
2A++: 1.8m height

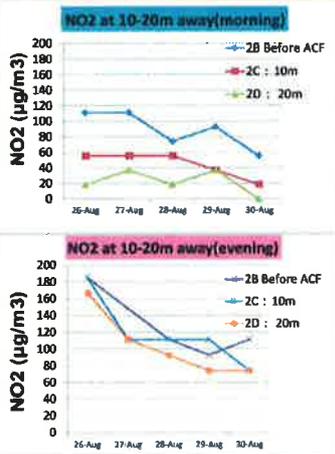


Measurement at several meters away from the ACF

NO₂ at 10~20m away location were 50~77% decreased in the morning, and 8~21% decreased in the evening.

In the similar measurement before ACF construction period, NO₂ was 10~20% decreased.

Thus, ACF is considered to be effective at 10~20m away location.



Measurement of other parameters (as a reference)



PM2.5 Monitor SO₂ sampling tube CO Monitor

- Measurement tools
- 1) PM2.5 Monitor : PANASONIC and Nagoya University
Range: 0-500µg/m³, Accuracy (±1µg/m³)
*This tool is not for sale, only for academic purpose.
 - 2) SO₂ sampling tube : GASTEC 5Lb
Range: 0.05-10ppm, Accuracy ±10
 - 3) CO Monitor : ESCO EA733AH-20
Range: 0-1000ppm, Accuracy ±(5%+2ppm)

Measurement of other parameters (as a reference)

PM_{2.5} was 36~52 % decreased at After ACF, become below standard. Indonesia Standard of PM_{2.5} (24 hour): 65µg

	PM2.5 (µg/m ³)				
	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
Morning					
2B Before ACF	70	71	60	70	60
2A After ACF	35	22	48	41	38
Average (%)	50.0	69.0	80.0	41.4	57.8
Removal (%)					
2B Before ACF	52	84	43	52	39
2A After ACF	34	38	30	36	22
Average (%)					
Removal (%)	34.6	54.8	18.3	30.8	43.8

SO₂ was below the detection limit of used sampling tube, almost 0.

	SO ₂ (ppm)				
	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
Morning					
2B Before ACF	0	0	0	0	0
2A After ACF	0	0	0	0.2	0.1
Average (%)	0	0	0	0.2	0.1
Removal (%)					
2B Before ACF	0	0	0	0	0
2A After ACF	0	0	0.2	0.1	0
Average (%)					
Removal (%)					

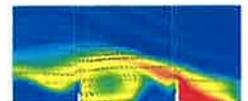
CO was 51~55% decreased at After ACF.

	CO(ppm)				
	26-Aug	27-Aug	28-Aug	29-Aug	30-Aug
Morning					
2B Before ACF	7	10	7	5	5
2A After ACF	3	5	5	3	1
Average (%)	57.1	50.0	28.6	40.0	60.0
Removal (%)					
2B Before ACF	5	5	5	3	5
2A After ACF	3	2	1	2	2
Average (%)					
Removal (%)	40.0	60.0	80.0	33.3	60.0

Summary of Measurement result

- 1) ACF Units was revealed as effective air purification method in Jakarta, Indonesia.
- 2) ACF Units decreased 62~95% of NO₂ in rainy season and 43~68% of NO₂ in dry season at the road side in Jakarta.
- 3) Washing ACF by small amount of water was very effective especially in dry season.
- 4) NO₂ at 10~20m away location were apparently decreased by ACF Units compared with before construction.

Now we are proceeding CFD analysis by these data.



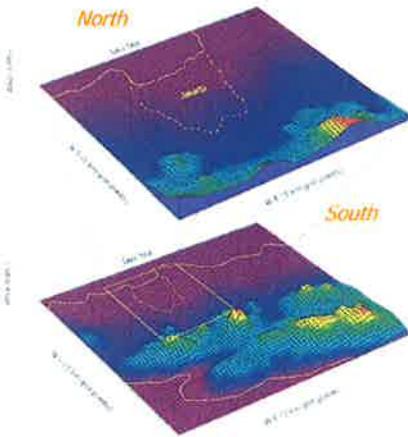
Air Pollution Situation in Jakarta, Indonesia



Dr. Asep Sofyan
 Department of Environmental Engineering
 Institut Teknologi Bandung

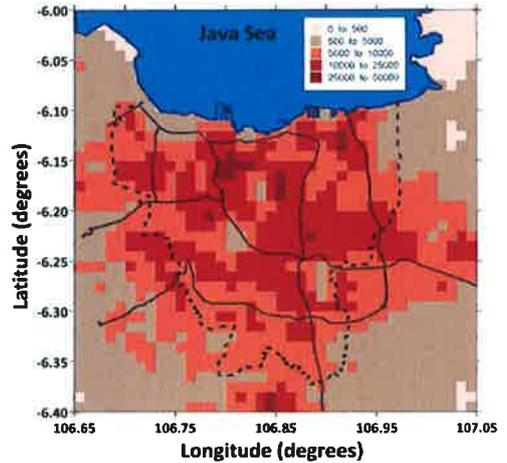


Topographic Features

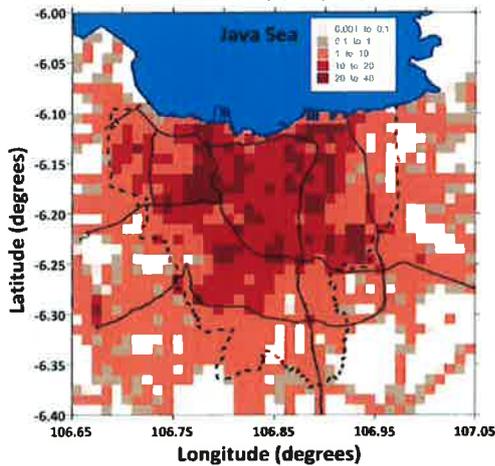


Air quality transport in Jakarta affected by wind circulation, meteorological condition, and topographic features

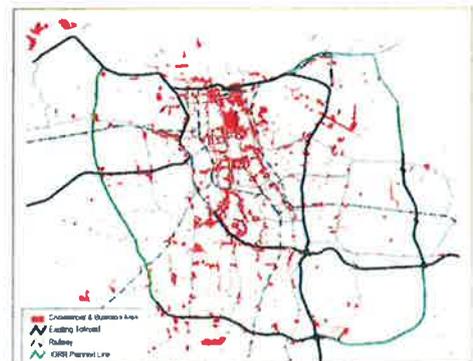
Population Density (per sq.km)



Road Density (km per grid)



Road density and Industrial clusters



Road Network Jabodetabek



No	Nama Zona	No	Nama Zona
211	Gambir	241	Tebel
212	Sawah Besar	242	Selabudi
213	Kemayoran		Mampang
214	Senen	243	Prapelan
215	Johar Baru	244	Pasar Minggu
216	Menteng	245	Kebayoran Baru
217	Tanah Abang	246	Kebayoran Lama
218	Cempaka Putih	247	Cilandak
222	Penjaringan	248	Pancoran
223	Tanjung Priok	249	Jagakarsa
224	Koja	251	Matraman
225	Cilincing	252	Pulo Gadung
226	Padomangan	253	Jatinegara
227	Kelapa Gading	254	Kramat Jati
231	Kalidera	255	Pasar Rebo
	Grogol	256	Cakung
232	Palmerah	257	Duren Sawit
233	Taman Sari	258	Makasar
234	Tambora	259	Cipinang
235	Kembangan	261	Cipayang
236	Cengkareng		
237	Palmerah		
238	Kebon Jeruk		

Transportation Flow Density Jabodetabek

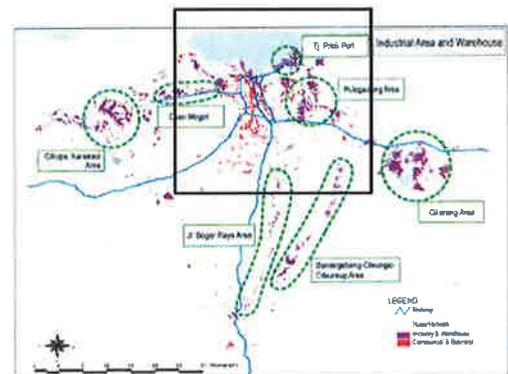


Transportation Flow Density Jakarta City



Volume kendaraan padat, mengikuti jalur jalan tol dalam kota

Road density and Industrial clusters



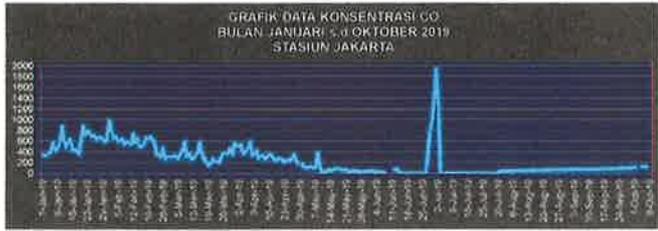
JARINGAN PEMANTAUAN KUALITAS UDARA KLHK RI



PM_{2.5} Concentration at GBK Jakarta (KLHK, 2019)



CO Concentration at GBK Jakarta (KLHK, 2019)



Hasil Pemantauan PM2,5 di Kedutaan Besar Amerika Serikat

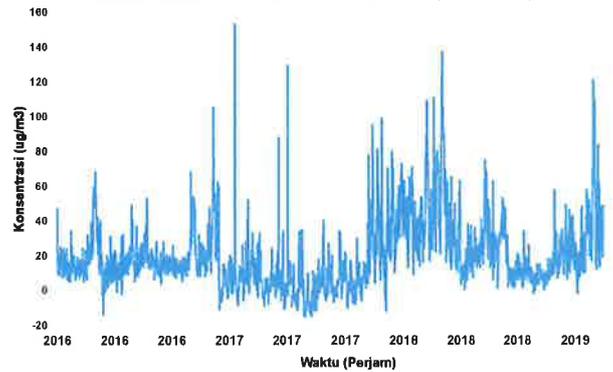
Klasifikasi Air Quality Index

AQI	Air Pollution Level	Health Implications	Cautionary Statement (for PM2.5)
0-50	Good	Air quality is considered satisfactory and air pollution poses little or no risk.	None
51-100	Moderate	Air quality is acceptable; however, for some pollutants there may be a moderate health concern for a very small number of people who are unusually sensitive to air pollution.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion.
101-150	Unhealthy for Sensitive Groups	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is not likely to be affected.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion.
151-200	Unhealthy	Everyone may begin to experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.	Avoid children and elderly, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit outdoor exertion.
201-300	Very Unhealthy	Health warnings of emergency conditions. The entire population is more likely to be affected.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit outdoor exertion.
301-500	Hazardous	Health alert: everyone may experience more serious health effects.	Everyone should avoid all outdoor exertion.

Sumber: US-EPA, 2016

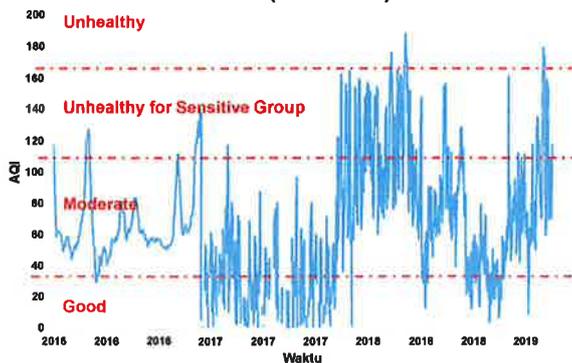
Hasil Pemantauan Konsentrasi PM2,5 di Kedutaan Amerika Jakarta

Konsentrasi PM 2.5 di Jakarta Selatan (2016-2019)



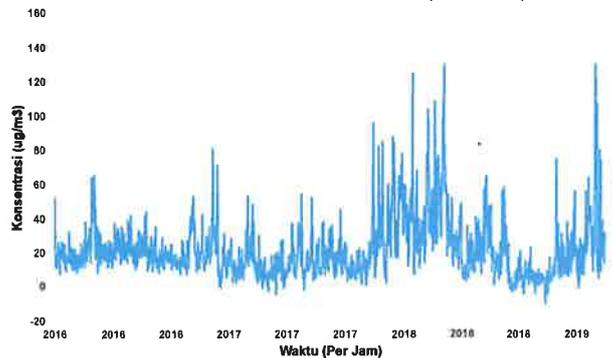
Hasil Pemantauan Konsentrasi PM2,5 di Kedutaan Amerika Jakarta

Air Quality Index Category di Jakarta Selatan (2016-2019)



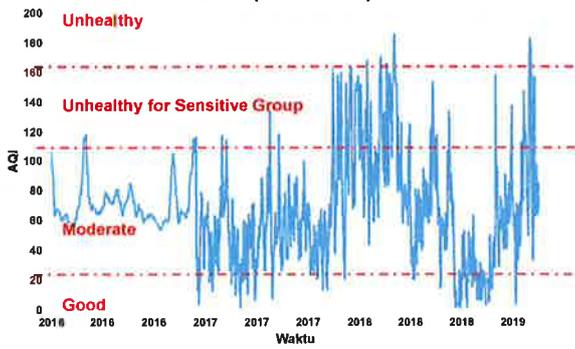
Hasil Pemantauan Konsentrasi PM2,5 di Kedutaan Amerika Jakarta

Konsentrasi PM 2.5 di Jakarta Pusat (2016-2019)



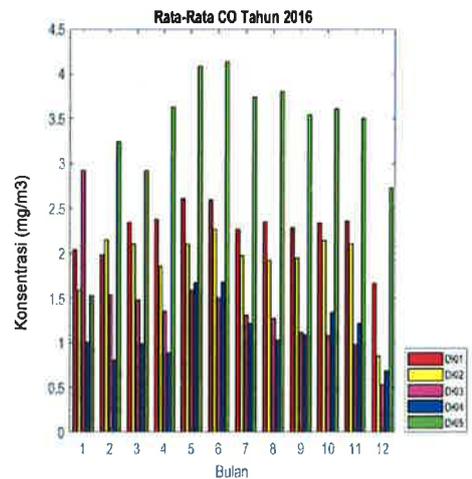
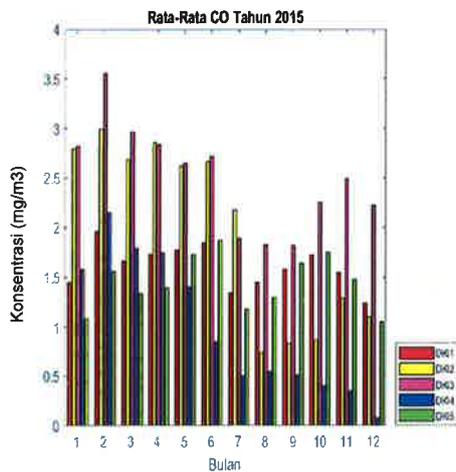
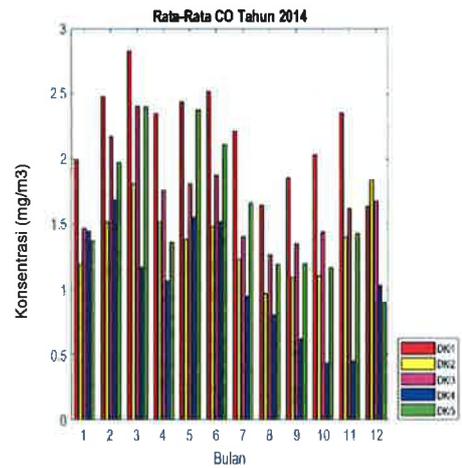
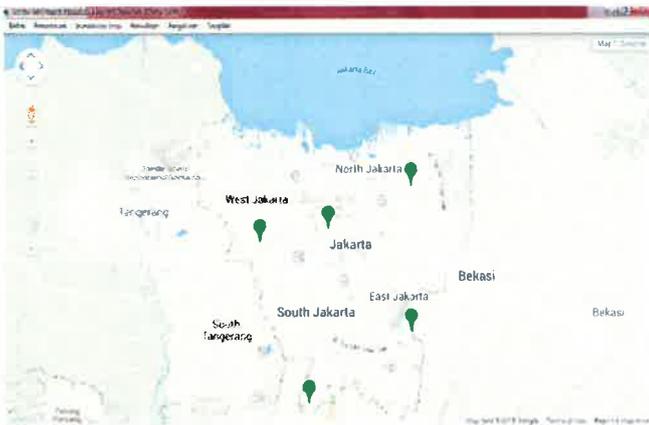
Hasil Pemantauan Konsentrasi PM2,5 di Kedutaan Amerika Jakarta

Air Quality Index Category di Jakarta Pusat (2016-2019)

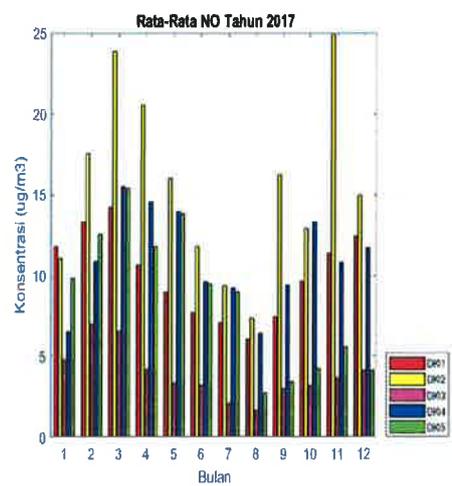
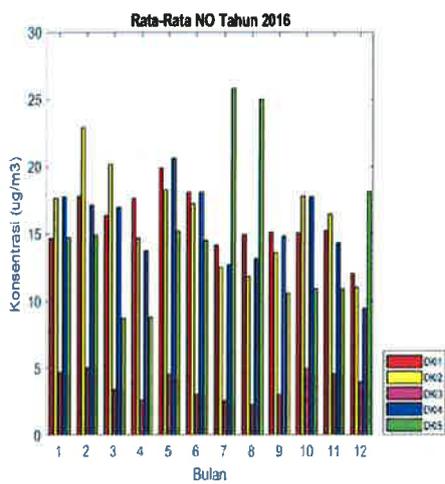
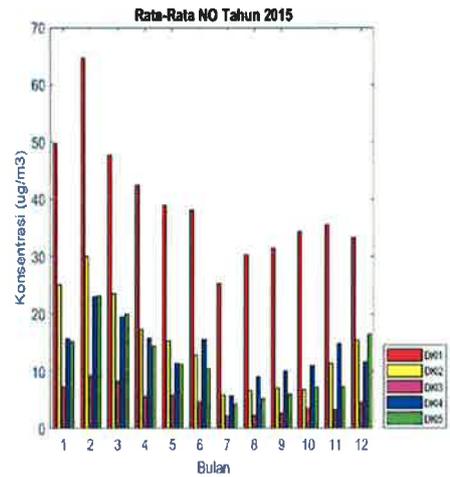
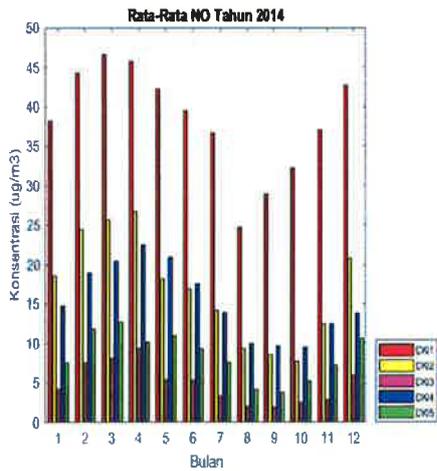
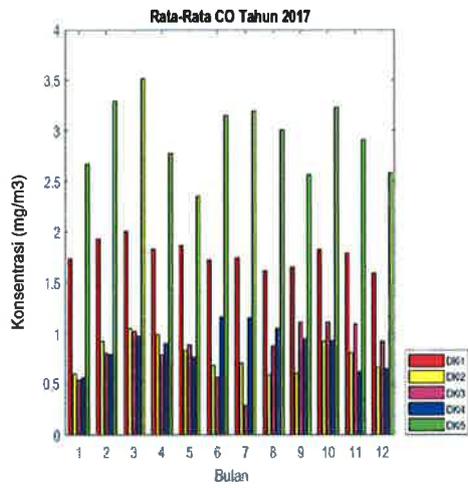


Konsentrasi Pencemar Udara Hasil Pemantauan Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan, DKI Jakarta

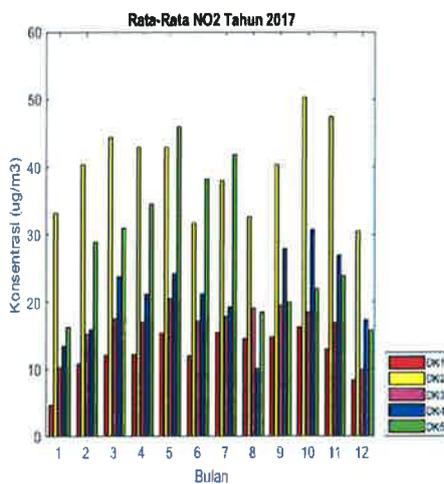
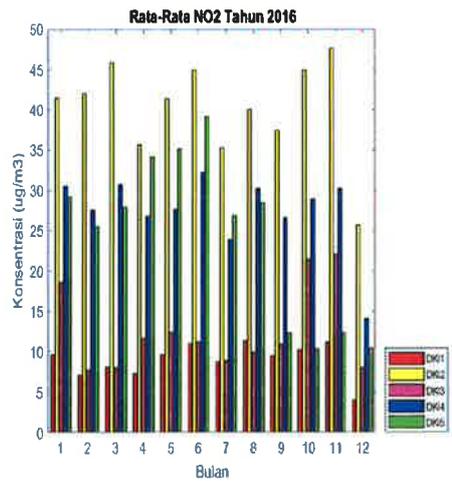
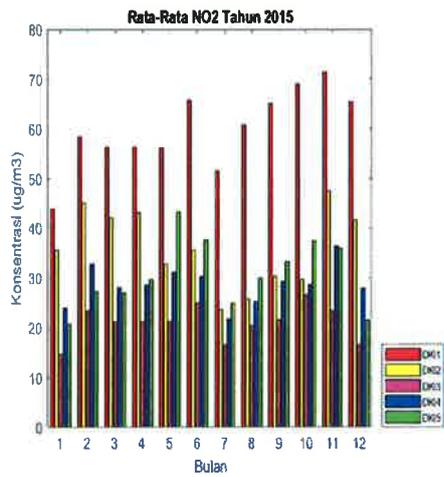
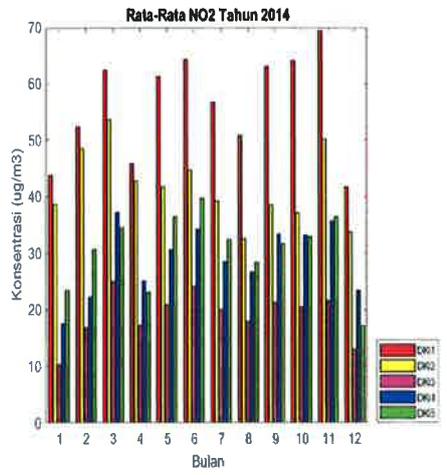
Jaringan SPKU DLHK DKI Jakarta



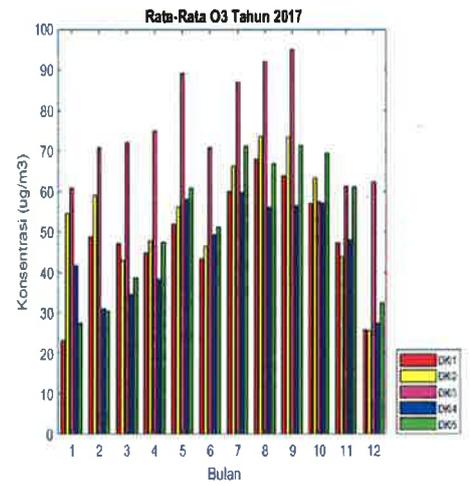
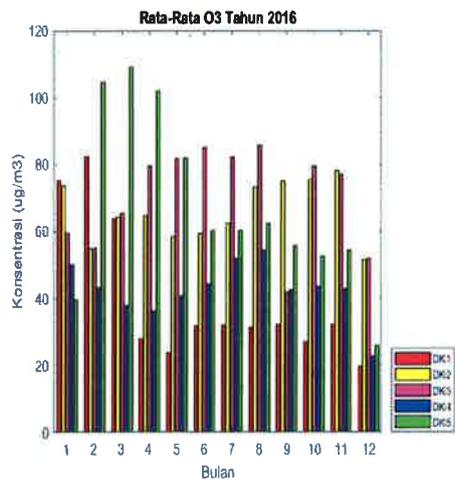
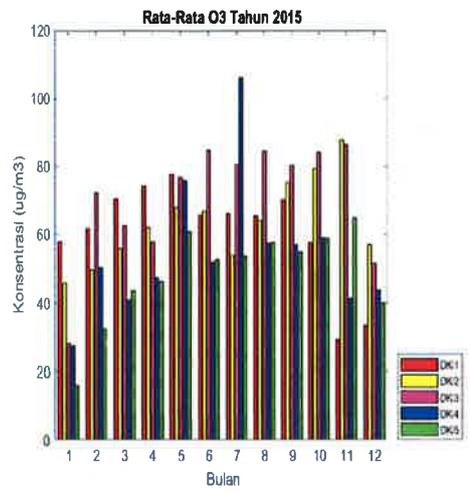
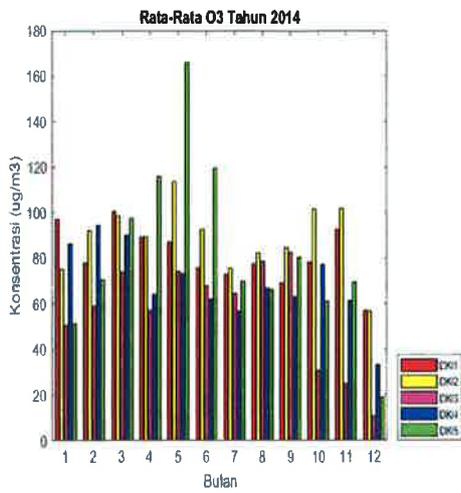
Konsentrasi NO di DKI Jakarta



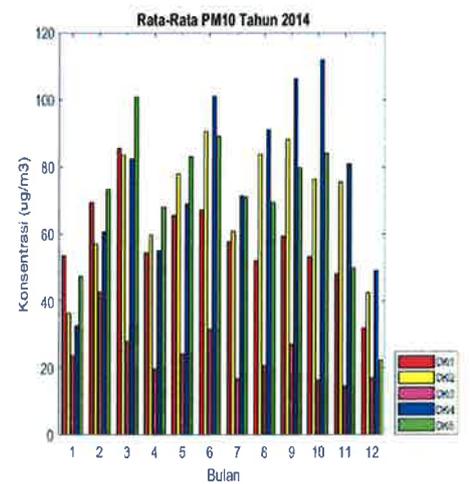
Konsentrasi NO2 di DKI Jakarta

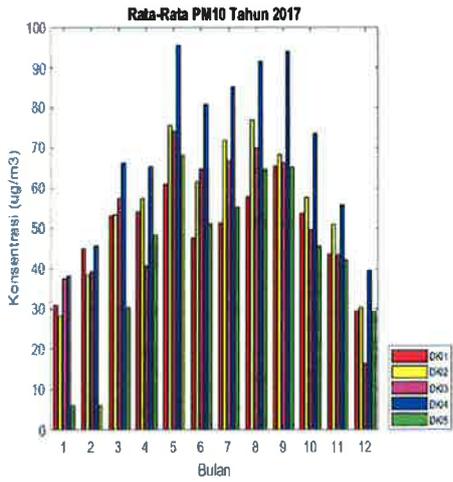
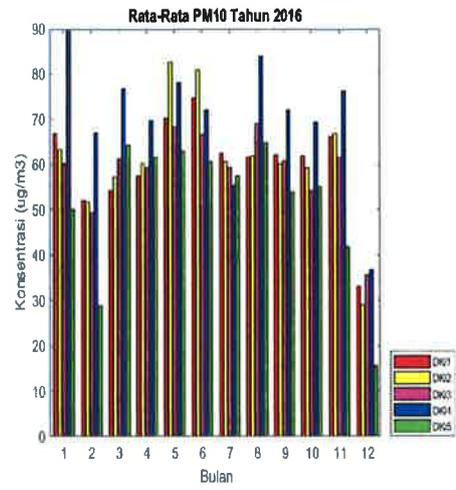
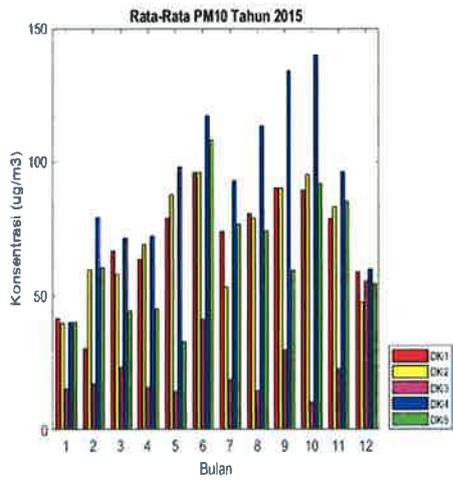


Konsentrasi O3 di DKI Jakarta

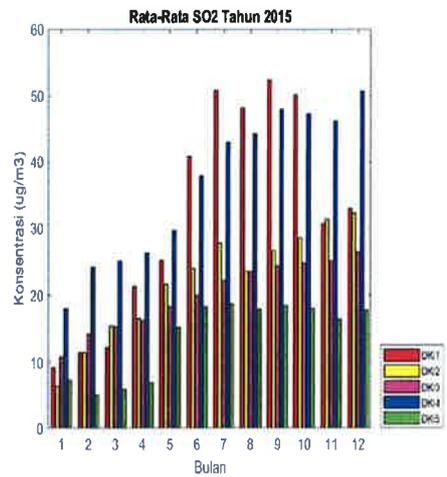
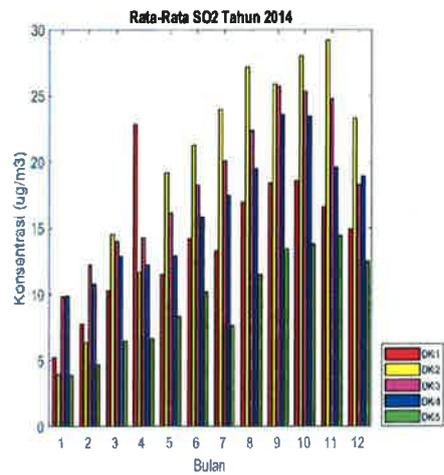


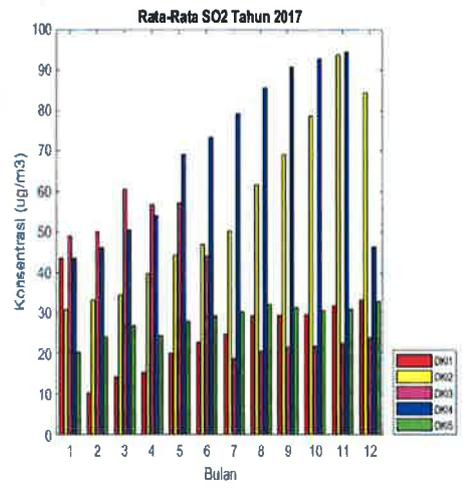
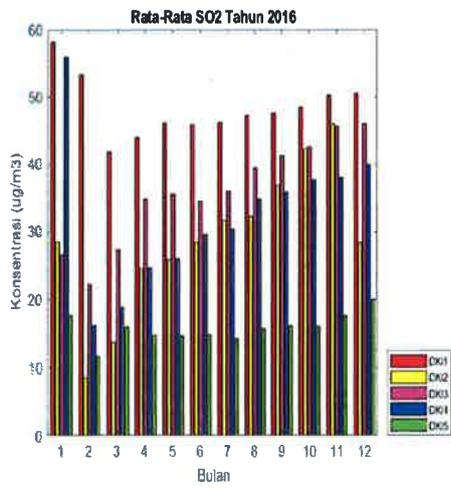
Konsentrasi PM10 di DKI Jakarta



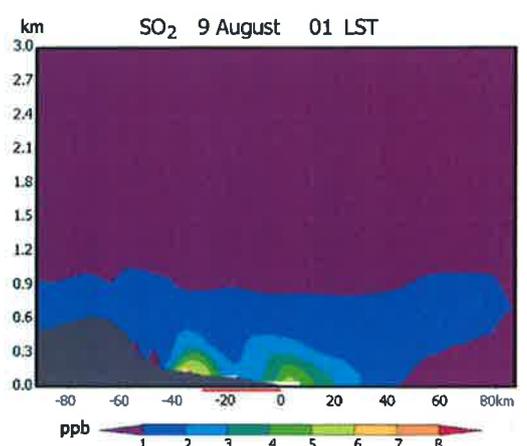
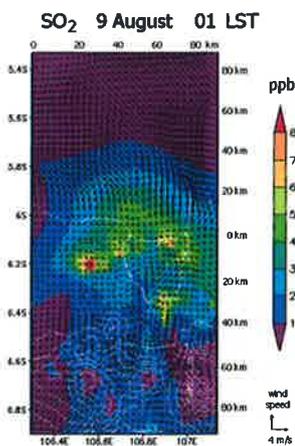
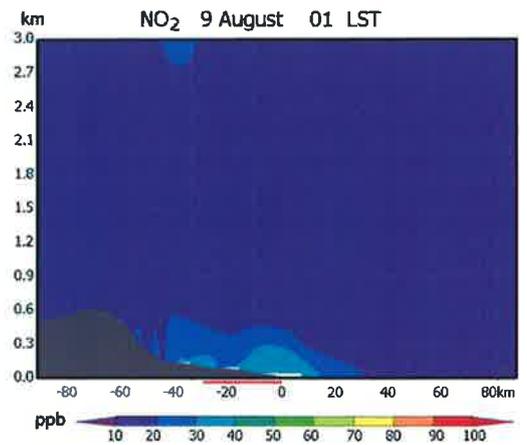
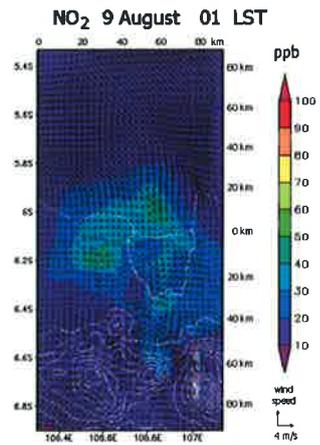


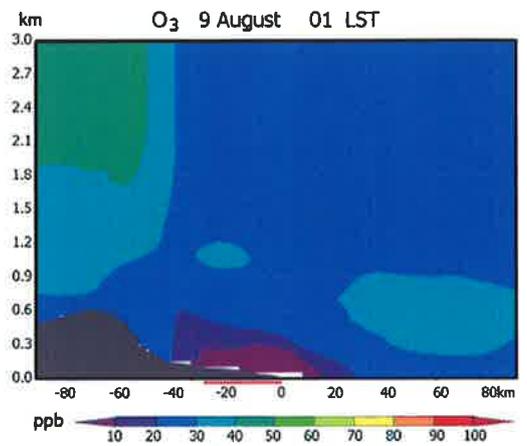
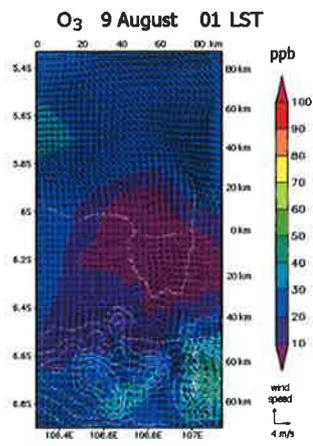
Konsentrasi SO2 di DKI Jakarta





Air Quality Modeling Over Jakarta City





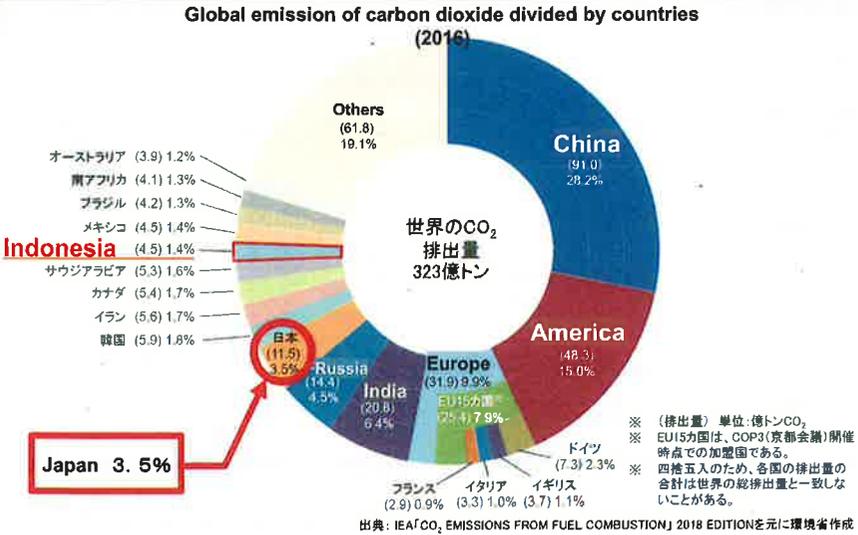
Counter Measure for Road Environment

JICA Expert
IKEDA Junichiro

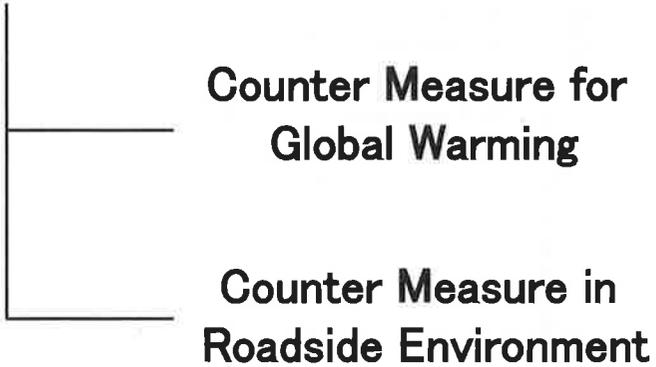
1. Counter Measure for Global Warming

CO2 Emissions from all countries

Japan occupy 4% of global emission, placed 5th in the world



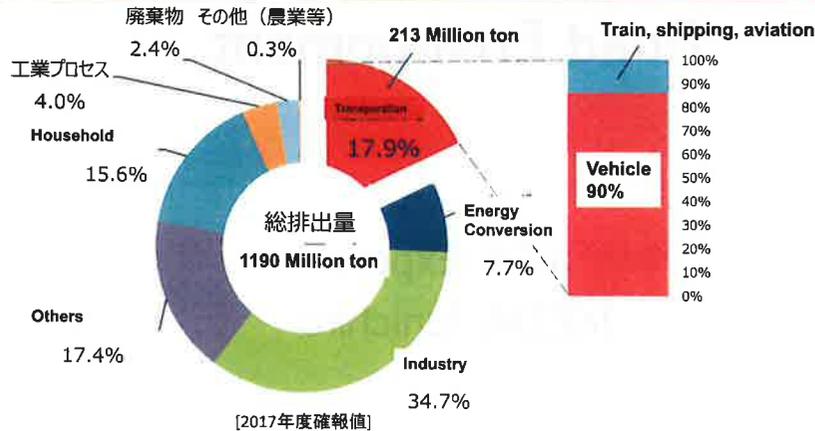
Counter Measure for Road Environment



Source) IEA「CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION」2018 EDITION by Ministry of Environment Japan

CO2 Emission from vehicles

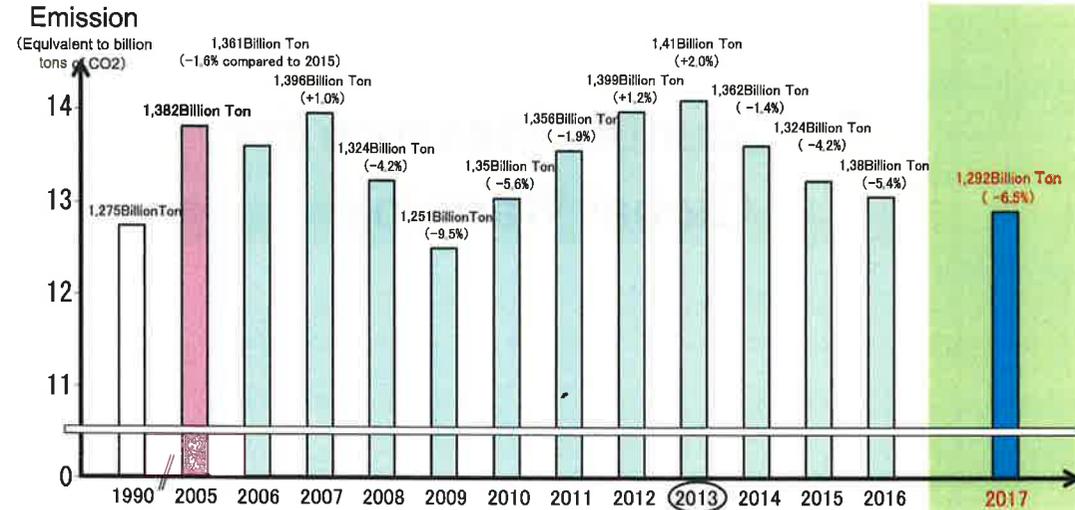
○ About 20% of total CO2 emissions are from to the transportation sector, of which about 90% are from to vehicles



Created by Ministry of the Environment and GIO materials

Changes in Greenhouse gas emission

○ In 2017 Japan emission is 1,292 Billion * -8.4% compared to 2013 emission



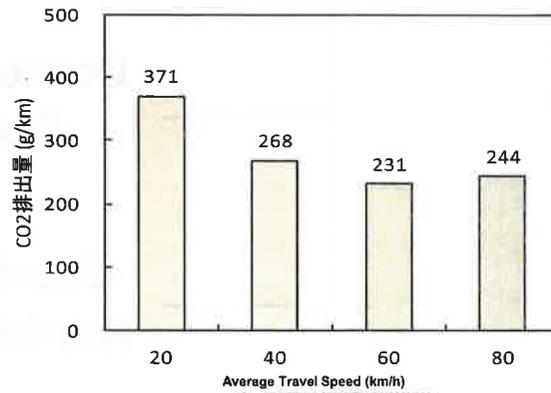
Counter measure to decrease CO2 emission from vehicles

○ If travel speed increased, we can see that totals of emission decreased

■ Relationship between catalogue fuel efficiency and actual fuel efficiency

モード燃費と実走行燃費の差異

■ Relation between average travel speed and CO2 emission

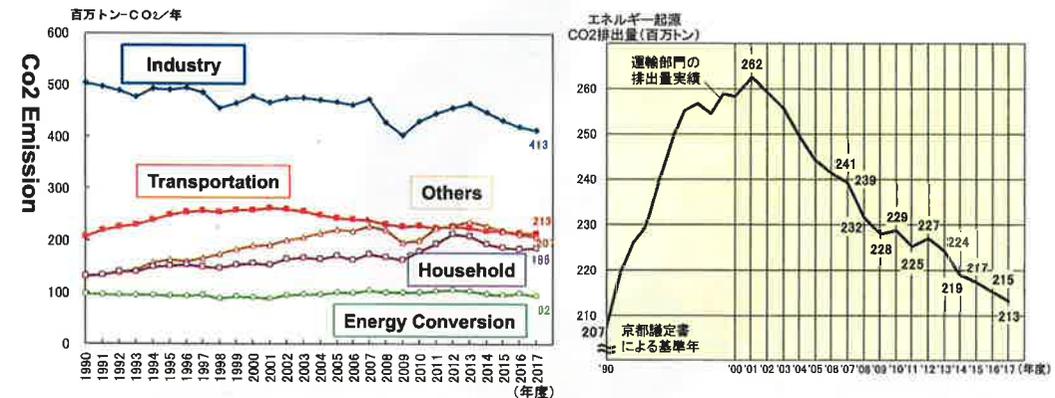


Source materials from National Institute for Land and Infrastructure Management

Source Japan Automobile Manufacturers Association website

Changes in Energy Derived CO2 Emission

○ In 2017 emission from transportation sector is 213 Million Ton. Compared to previous year, it decreased 1.0%



Changes on CO2 Emission based on sectors

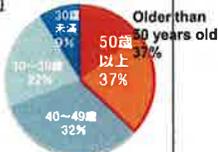
Changes on CO2 Emission in Transportation Sector

Source) Japan's greenhouse gas emissions data (GIO, 2019.4.16)

Overview of double linked truck

Current status: Truck transportation is experiencing a serious shortage of drivers (about 40% are over 50)

- In light of proposals from the private sector and future vehicle driving and platoon, they make the special vehicle permission standards process easier to promote labor saving in truck transportation by introducing "double-linked trucks" that can transport two units of large trucks with a single truck.
- Based on the experiment, we considering to improve the business environment in terms of infrastructure for truck platooning



current Normal large truck

約12m

Future Double linked truck: 2 units can be transported by 1 unit

25mダブルリンクトラック

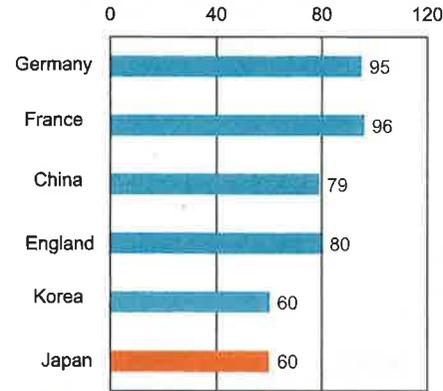
Vehicle length in accordance with special vehicle permission standards (from the current 21m to a maximum of 25m)

Started in 2019

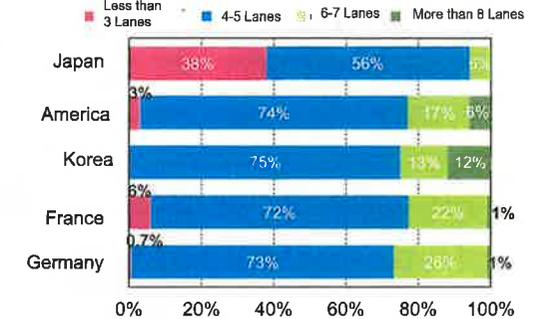
(Reference) Global comparison of travel speed and number of highway lanes

○ Japan has low inter-city travel speeds and few lanes in highway

■ Global comparison of Intercity travel speed (km/h) (2017)



■ Composition ratio of lengths by number of lanes on expressways



出典) 日本: 2017年度平均旅行速度(206都市間平均)、韓、仏、中、英: 2016年2月に計測
注) 所要時間: 日本は前年度平日昼間平均旅行速度による
海外国は府県別距離検索システム(Google Maps等)による
対急都市: 国産都市平均一定の距離離れた人口25万人以上の都市間及び主要都市間を結ぶに設定
注) 日本は都市間平均は、算出対象のフェローアップ路線として算出した、高速道路計画に関係しない都市間を除外した300都市間。

高速道路の対象) 日本: 高規格幹線道路 出典) 日本: 平成27年度 全国道路・街路交通情勢調査
韓国: Expressway 韓国: 国土海洋部統計年報(2017)
アメリカ: インターステート アメリカ: Highway Performance Monitoring System 2015 (FHWA)
ドイツ:アウトバーン (Autobahn) ドイツ: Straßenverkehrszählungen 2015 (BSaT)
フランス: オートルート (Autoroute) フランス: Voies par chaussée sur le réseau routier nationaux(2017)
※各国、最新年度の調査データを使用

東横線(3車線以下): 44% (平成7年)

Overview of double linked truck experiment (Labor saving and environmental impact reduction effect)

○ For transportation with same weight, super vehicle with 21m compared to normal big truck had reduced the numbers of driver by 50% also fuel consumption and CO2 emission reduced by 40%.

■ Vehicle specification
<Big truck (12m vehicle)>



<Double linked truck (21m vehicle)>



<Double linked truck (21msuper truck)>



■ Labor saving (100t/km for each needed drivers)



■ CO2 reduction effect (100t/km for each emission volume)

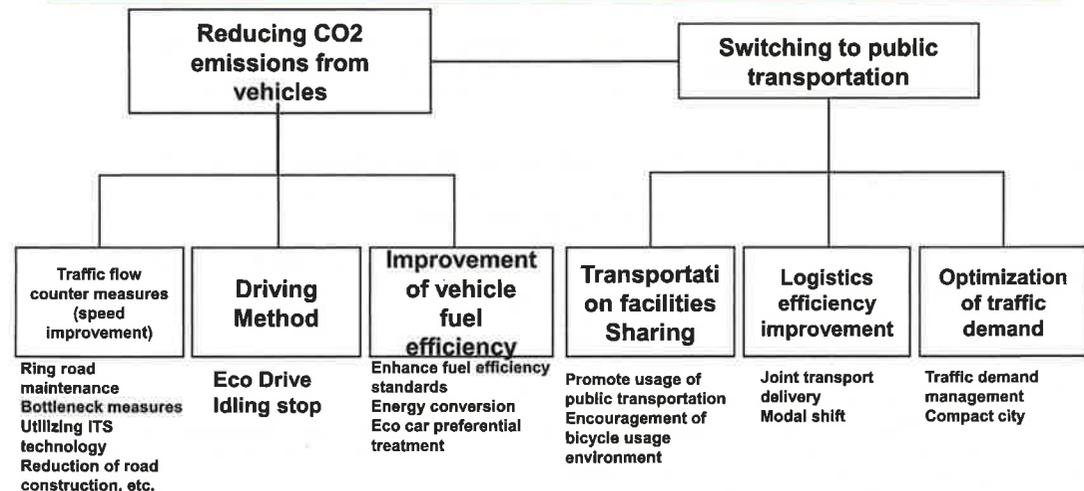


出典: 福山通運(株)業務記録表 (H29.10月~H30.7月)
ヤマト運輸(株)業務記録表 (H29.11月~H30.7月)
日本細包輸送倉庫(株)業務記録表 (H30.2月~H30.7月)
西濃運輸(株)業務記録表 (H30.4月~H30.7月)

Specification	Big Truck	21m Vehicle	21m Super vehicle
Length (m)	11.98	20.98	24.98
Height (m)	3.78	3.78	3.78
Width (m)	2.49	2.49	2.49
Loading Capacity (t)	13	24.1	25.9
荷容活用	大型トラック	21m車両	21m超車両
平均輸送量	10.9t	16.8t	22.0t
100kmあたりの必要ドライバー数	0.35人	0.23人	0.18人
100kmあたりのCO2排出量	56.6kg-CO2	39.1kg-CO2	32.0kg-CO2
100kmあたりの燃料消費量	21.6L	14.9L	12.2L

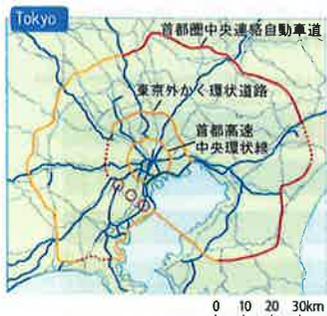
Measure system to reduce vehicle CO2 emissions

○ Counter measures to reduce CO2 emissions from vehicles and switching to public transportation

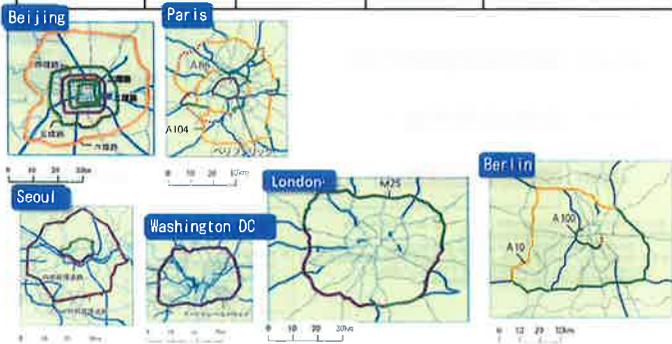


Construction for 3 ring road

○The construction ratio of ring roads in the Tokyo metropolitan area is 82%. In other major cities, the development of multi-lane ring roads is progressing.



City	Planning	Operation	Maintenance Rate	Reference
Tokyo	528km	432km	82%	June 2019 till now
Beijing	433km	433km	100%	12 September 2009 finished
Seoul	168km	168km	100%	12 December 2007 finished
Paris	313km	272km	87%	July 2016 till now
Washington DC	103km	103km	100%	1988 finish
London	188km	188km	100%	1986 finish
Berlin	223km	217km	97%	June 2017 till now

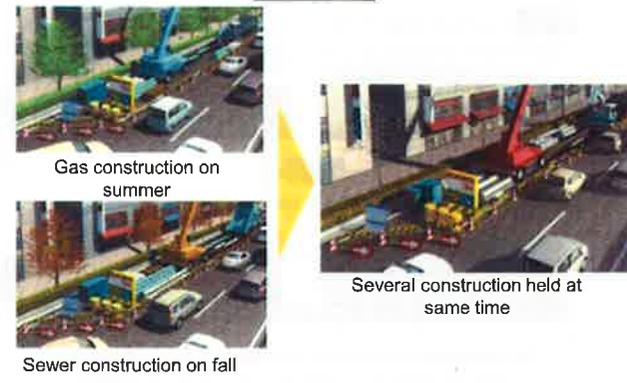
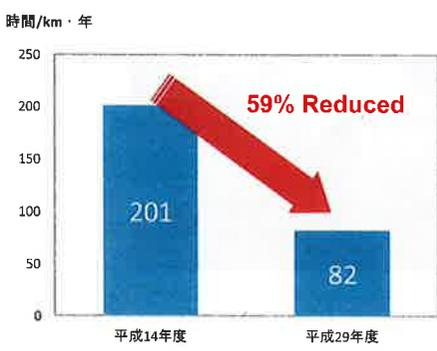


Reduction of road construction

○Reduce the construction time by doing joint construction with other agency and suppress the construction on end year or local events.

Annual road construction hours per road management extension on national roads

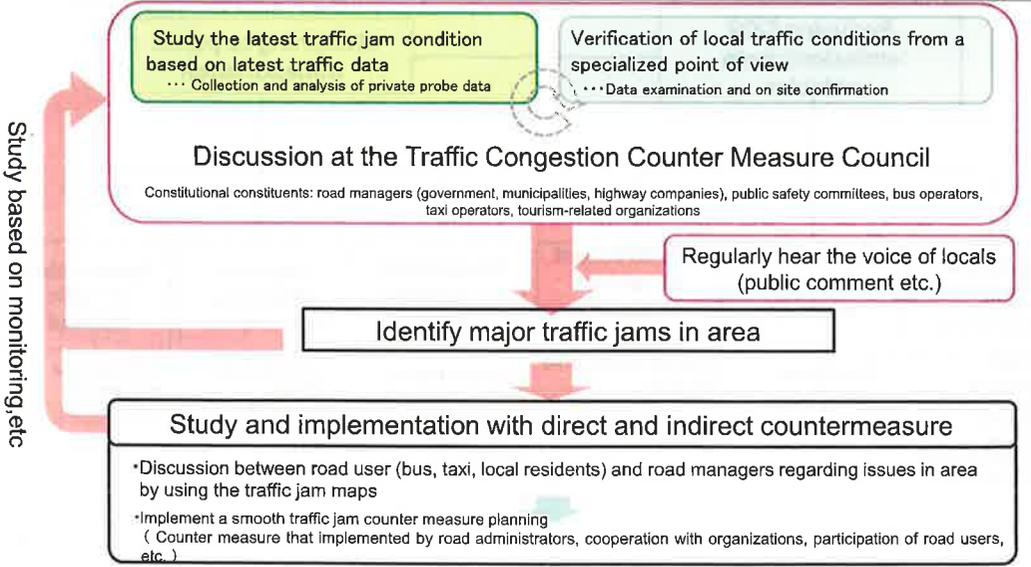
【Reduction of road construction time Case study】



If multiple works are scheduled in the same section, Reduce construction days by installing at the same time

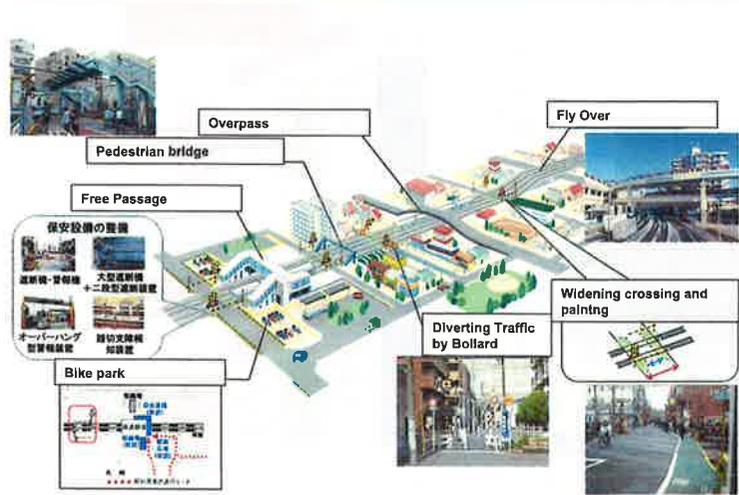
Overall picture of traffic jam countermeasures (management cycle)

- Consider and implement mitigation of traffic congestion based on the main traffic jam points identified from the latest traffic data
- Review and Monitor major traffic points through the management cycle of each fiscal year



Counter measure for bottleneck crossing

- There are about 500 crossings that block a lot of traffic for a long time.
- Implement the counter measure from all possible soft and hard counter measure like remove existing crossing by changing it to overpass or fly over. Additionally improve the structure and maintenance the security equipment. Also color the pavement and maintenance the area near crossing.



Case sample of counter measures for bottleneck crossings

[Keihin Electric Railway Main Line and Airport Line Fly over Project (Tokyo)]
28 railroad crossings including 19 railroad crossings not opened due to railway overpass were removed (4 locations were removed in September 2010, 24 locations were removed in October 2012)



* Railroad crossings that have a cut-off time of 40 minutes / hour or more in times when there are many trains.

Energy saving of road facilities (renewable energy)



- ◆ Sample: Expressway (Nagoya Loop Line 2)
- ◆ Installation scale: Approximately 2,000kW
- ◆ Application: Power supply for lighting in the underground structure



- ◆ Example: Rainbow Bridge (Metropolitan Expressway)
- ◆ Installation scale: about 4kW
- ◆ Application: Power supply to air conditioning facilities



Double-sided photovoltaic power generation
* Power can be generated on both sides of the panel.



- ◆ Example: Ichihara SA (Tateyama Expressway)
- ◆ Installation scale: about 10kW
- ◆ Application: Power supply for restroom lighting

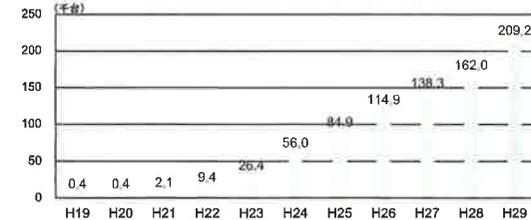
18

2. Counter measure in roadside environment

Condition of next-generation vehicles and government goals

- In recent years, electric vehicles have become widespread and the number of vehicles owned is estimated to be about 210,000 as of the end of 2017.
- Regarding the spread of next-generation vehicles, the government has set a target of 50% to 70% of next-generation vehicles in new car sales by 2030

Number of EVs, PHVs, FCVs owned (estimated value)



	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
EV※原付除く	22,262	38,707	54,757	70,706	80,511	89,844	103,569
PHV	4,132	17,281	30,171	44,012	57,130	70,323	103,211
FCV				150	630	1,807	2,440
合計	26,394	55,988	84,928	114,868	138,271	161,974	209,220

EV: Electric Vehicle PHV: Plugin Hybrid Vehicle FCV: Fuel Cell Vehicle

Source: Next Generation Automotive Promotion Center

Government Goals (Japan Revitalization Strategy (Cabinet Decision on June 14, 2013))

Goals

Next generation cars account for 50 to 70% of new car sales

To do list

- Create initial demand through subsidies for EV, PHV and CDV
- Standardize the batteries, charge control, etc.
- Maintenance of 100,000 chargers
- Launch of fuel cell vehicles and advance development of hydrogen stations (100 locations mainly in 4 metropolitan areas)

Installation sample of electric vehicle charging facility at Michino Eki (road station)



Energy saving of road facilities (LED road lighting)

Efforts on National Road

2010 Introduction of LED lighting

2011 Sept. Established and published guidelines for introducing LED road lighting.

2011 Nov. Third supplementary budget established (approximately 9,000 lights)

2012~ Maintaining road lighting by new established and updated road lighting

2015 Apr. Revision of LED road / tunnel lighting introduction guidelines (draft)



Cost comparison per 15 years between conventional lighting and LED lighting (estimated value)

	Mercury lamp (400W) Lifespan: 12,000 hours	High pressure sodium lamp (180W) Lifespan: 24,000 hours	LED road lighting (120W) Lifespan: 60,000 hours
Lamp price (Per 15 years) (lifespan)	Approximately 110,000 yen Lamp (3 years) Lighting equipment (15 years) Ballast (10 years)	Approximately 90,000 yen Lamp (6 years) Lighting equipment (15 years) Ballast (10 years)	Approximately 200,000 yen Lamp (15 years) Lighting equipment (15 years) Ballast (15 years)
Construction cost Upper : New Installation Bottom: exchange	Approximately 490,000 yen Approximately 110,000 yen	Approximately 460,000 yen Approximately 70,000 yen	Approximately 520,000 yen 0 Yen
electricity charges (Per 15 years)	Approximately 430,000 yen	Approximately 250,000 yen	Approximately 130,000 yen
Total cost (Per 15 years)	Approximately 1.14 million yen	Approximately 870,000 yen	Approximately 850,000 yen

→ LED lighting has high instalment cost, but the total cost of 15 years is low

Environmental standard achievement status (noise)

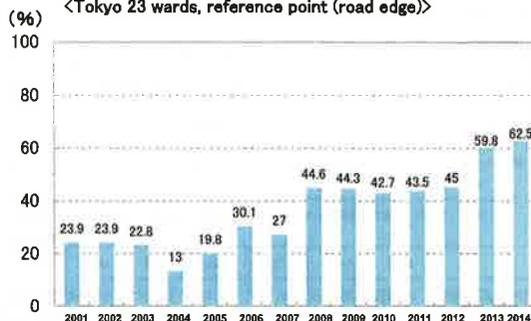
○ Although the national environmental standard achievement rate exceeds 90%, but it stays at a low level at the road edge in the city center.

< Environmental standard achievement status >



Source: Report on the survey of vehicle traffic noise in 2017 (Ministry of the Environment)

<Tokyo 23 wards, reference point (road edge)>

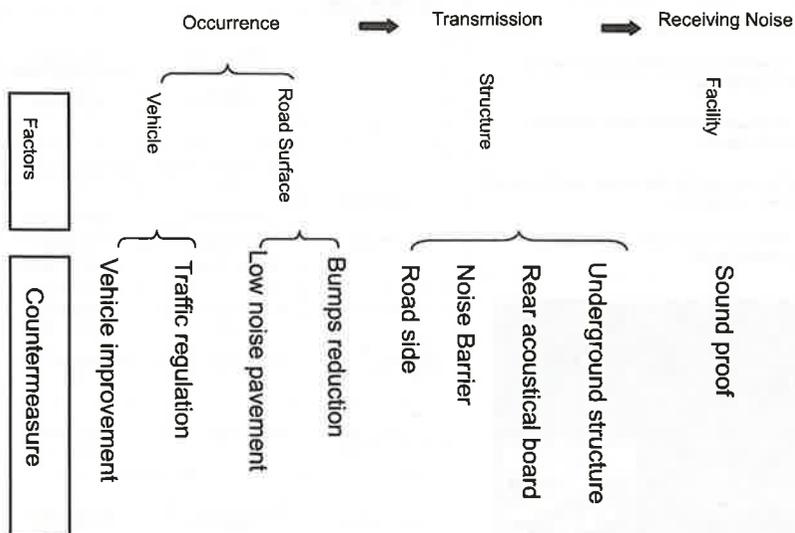


Source:Tokyo

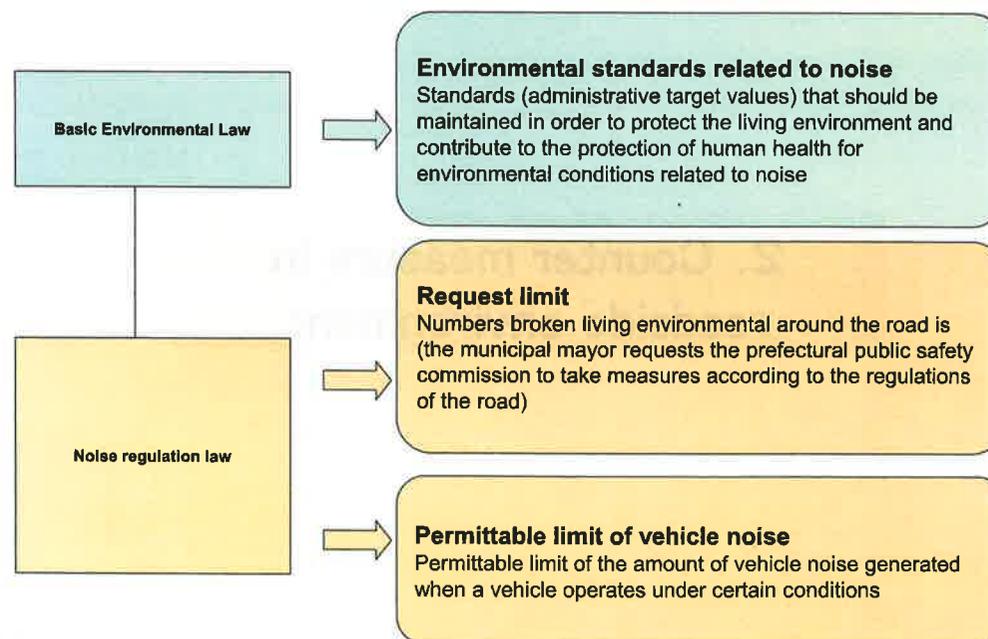
Roadside Environment

- Noise
- Atmosphere

Counter measure for noise



Various noise standards (environmental standards, etc.)



What is PM2.5?

- Small suspended particulate matter with a particle size of 2.5 μm or less
- Since the particle size is smaller, it is said that it is easy to enter deep into the lungs and has a great impact on health.
- According to the report of the Central Environment Council's Atmospheric Environment Subcommittee, epidemiological studies other than death, such as death and respiratory symptoms, indicate an annual average concentration level of 20 - 25 μg / m³ and 15 - 20 μg / m³ for international standard.

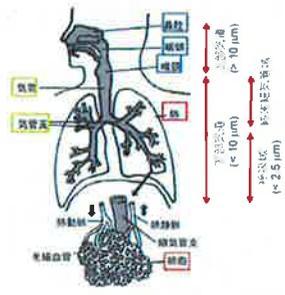
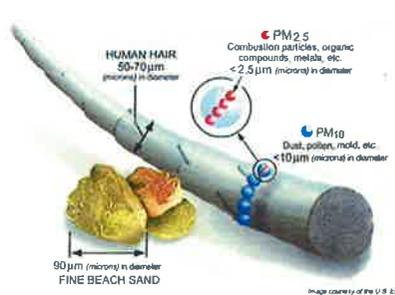
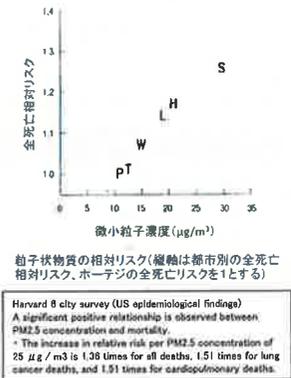
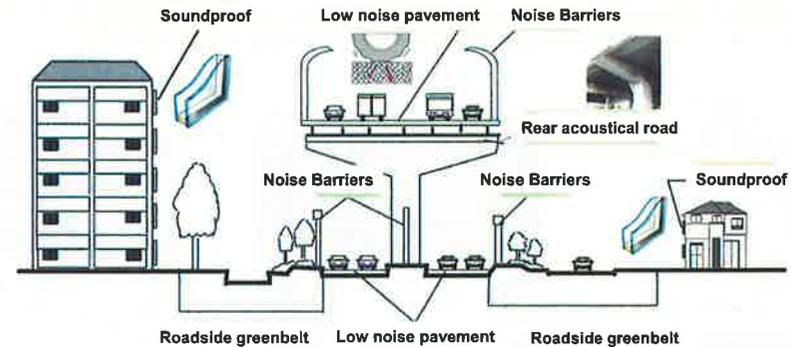


図 人の呼吸器と粒子の沈着領域 (概念図)
(出典 国立環境研究所資料)



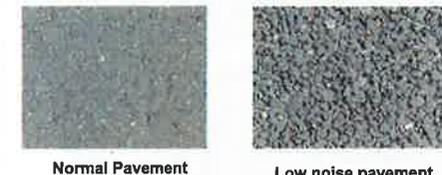
Source: Ministry of the Environment materials

Counter measure for noise



Occurrence countermeasure: 単体規制, 排水性舗装
Transmission countermeasure: 遮音壁, 高架裏面吸音板, 半地下道路
Receiving noise countermeasure: 建物防音

対策メニュー	内容	低減量
低騒音舗装	主にタイヤ発生音が低減される	約3dB程度
遮音壁	音の遮蔽による減衰	約10dB程度

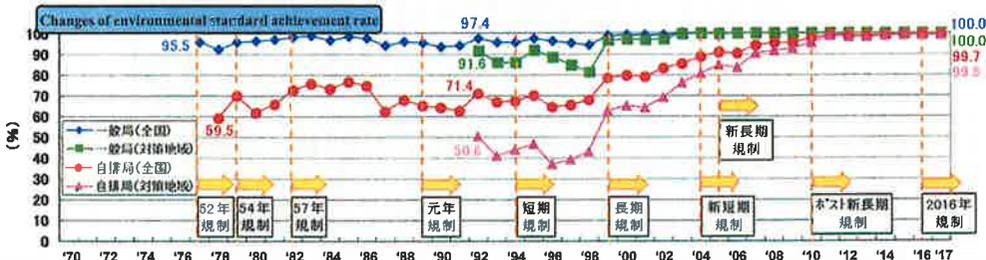


環境白書より作成

Achievement of environmental standards for air quality (NO2 concentration)

Nitrogen dioxide (NO2) standard achievement status

Environmental standard: The daily average of hourly values is within 0.04 ppm or less. * Evaluated at 98% per year



Environmental standards (Atmosphere Quality)

Items	Environmental conditions	Achievement Status (2017)
Nitrogen dioxide* ¹ (NO ₂)	The daily average of hourly values must be within or below the zone from 0.04ppm to 0.06ppm.	General observation 100% Roadside observation 99.7%
Suspended particulate matter* ¹ (SPM)	The daily average of 1 hour value is 0.10 mg / m ³ or less, and 1 hour value should be 0.20mg / m ³ or less.	General observation 99.8% Roadside observation 100%
Photochemical oxidant* ¹ (Ox)	1 hour value should be 0.06ppm or less.	General observation 0.0% Roadside observation 0.0%
Sulfur dioxide* ¹ (SO ₂)	The daily average of the hourly value is 0.04 ppm or less, and 1 hour value shall be 0.1ppm or less.	General observation 99.8% Roadside observation 100%
Carbon monoxide* ¹ (CO)	The daily average of 1-hour values is 10 ppm or less, and the 8-hour average of 1-hour values is 20 ppm or less.	General observation 100% Roadside observation 100%
Fine particulate matter* ¹ (PM _{2.5})	The annual average value is 15 mg / m ³ or less, and the daily average value is 35 mg / m ³ or less.	General observation 89.9% Roadside observation 86.2%

※1 Evaluation methods
(1) Nitrogen dioxide
Of the daily average values obtained through the one-year measurement, the 98th value (98% of the daily average value) counted from the lowest is compared with the environmental standards for evaluation.
(2) Suspended particulate matter, sulfur dioxide and carbon monoxide
Of the daily average values obtained through one year of measurement, the highest value (excluding the daily average value of 2% annually) after excluding the measured value in the range of 2% from the highest is the environmental standard. Evaluate by comparing with. However, regardless of the above evaluation method, it will not be achieved if there are two or more consecutive days that exceed the environmental standards.
(3) Photochemical oxidant
Evaluation is performed by comparing the annual maximum value of 1 hour value with environmental standards.
(4) Microparticulate matter
The environmental standard achievement status corresponding to the long-term standard shall be evaluated on the average value of the measurement results as a long-term evaluation. The environmental standard achievement status corresponding to the short-term standard shall be evaluated by selecting the annual 98th percentile value of the measurement result as a long-term evaluation as the representative value of the daily average value. Regarding the achievement status of environmental standards based on the measurement results (1 year average and 98th percentile values) at the measuring station, we will evaluate the achievement or non-achievement of the long-term standard and the short-term standard, respectively, and then achieve both standards. Shall be evaluated.

* Based on Article 22 of the Air Pollution Control Law, the General Environmental Air Measurement Bureau (General Bureau: 1243 Station 2017) and Vehicle gas emission Measurement Station (Self-Exhaust Station: 397 Station 2017) set up by local governments (Effective Measurement Station)

Roadside environmental measures-Examples of efforts at Yamato city intersection-

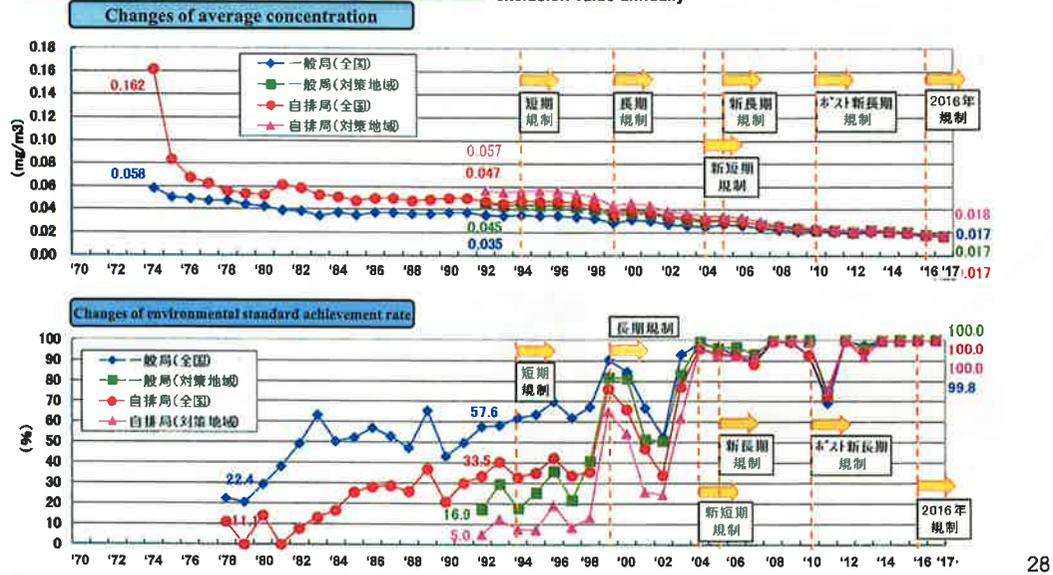
- Yamato City Intersection is a point where National Road 17, Ring Road 7, and Metropolitan Expressway 5 intersect in three layers.
- Ventilation facility installation, photocatalyst application, soil remediation facility installation, and open space at intersections.



Terima kasih

Achievement of environmental standards for air quality (SPM concentration)

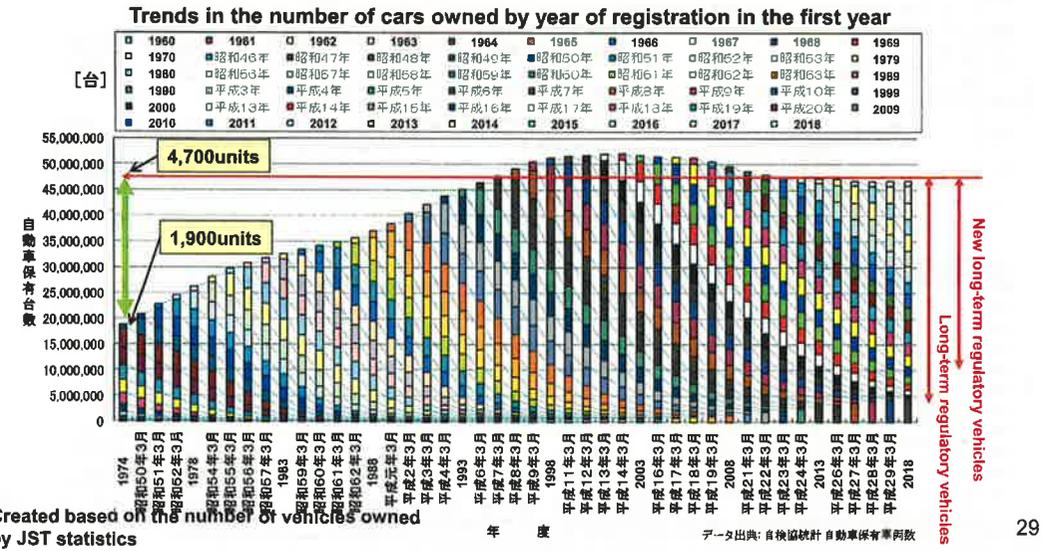
SPM standard achievement status Environmental standards (long-term evaluation): Daily average of hourly values should be 0.10 mg / m³ or less. * Evaluated with 2% exclusion value annually



* Based on Article 22 of the Air Pollution Control Law, the General Environmental Air Measurement Bureau (General Bureau: 1303 Station 2017) and Vehicle gas emission Measurement Station (Self-Exhaust Station: 387 Station 2017) set up by local governments (Effective Measurement Station)

Counter measure for air quality -Changes of replacement status to regulatory vehicles-

- The proportion of vehicles that conform to the long-term regulations subject to regulations under the Automobile NO_x / PM Law is approximately 90% or more at the end of 2017.
- The proportion of vehicles that compatible with the new long-term regulations is about 77% of the total as of the end of 2017.



ACF ユニットについてのアンケート集計

調査対象：インドネシア公共事業省職員

回収数 7 (2020/1 現在)

Q1) ACF ユニットはインドネシアでも効果があると思いますか？

はい：5/ いいえ：0/ その他：2

意見：他のパラメーターの浄化効果を高める必要がある。

PM2.5 に特化した対策も必要。

PM に効果的だった。

大気汚染のレベルに依存する場合がある。

Q2) ACF ユニットはインドネシアでも普及させるべきだと思いますか？

はい：4/ いいえ：0/ その他：3

意見：特に地下道などに効果的

恐らく、汚染レベルの高い大都市圏でのみ必要。

Q3) ACF ユニットの普及には日本の支援は必要だと思いますか？

はい：6 / いいえ：0/ その他：1

Q4) Q3)ではいの場合、どのような支援が適していると思いますか？

ODA 有償：1 / ODA 無償：5 / 技術協力：1 / other：0

Q5) 次に日本の支援で ACF を設置する規模はどの程度が適していると思いますか？

100m：0 / 1000m：3 / 10 km：3 / other：1

意見：ACF の設置事業は道路脇からの汚染により調査し決定する

*このアンケートは個人的な意見を聞くもので、公式な見解求めるものではない。

日付

署名

Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak / Lainnya

Catatan : perlu dikembangkan lebih jauh untuk menurunkan tingkat parameter pencemar lainnya, khususnya PM_{2.5}

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak / Lainnya

catatan : khususnya untuk jalan metro (dalam kota) yang berdekatan dengan fasum

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebar luaskan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya / Tidak / Lainnya

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Tergantung pada proyek apa ACF akan dipasang, serta seberapa panjang daerah terdampak akibat pencemaran udara dari sisi jalan
Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal

10 Januari 2020

Tanda tangan



Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak /Lainnya

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak /Lainnya

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebar luaskan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya / Tidak /Lainnya

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal 15 Jan 2020

Tanda tangan


RISKI PRAMO

Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak

Lainnya

mungkin, tergantung dari efektivitas alat yg menyurangi tingkat polusi dan konsentrasi polusi di udara

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak

Lainnya

mungkin hanya perlu di kota-kota besar/ metropolitan yg tingkat polusinya tinggi

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebar luaskan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya

/ Tidak

/ Lainnya

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal

Tanda tangan

15 Januari 2020



Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak / Lainnya baiknya PM.

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak / Lainnya

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebarkan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya / Tidak / Lainnya

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal

13 - 01 - 2020

Tanda tangan

cherwin

Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak / Lainnya

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak / Lainnya

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebar luaskan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya / Tidak / Lainnya

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal

13-01-2020

Tanda tangan



Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak /Lainnya

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak /Lainnya di kota yg tingkat polusinya tinggi

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebarkan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya / Tidak /Lainnya

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

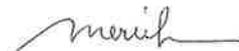
100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal

15/01/2020

Tanda tangan



Kuesioner mengenai ACF Unit Penyaring Udara

Q1) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF efektif untuk Indonesia?

Ya / Tidak

Lainnya

Ya, akan tetapi lebih baik dengan penguangan kendaraan pribadi dan

Q2) Apakah menurut anda Unit Penyaring Udara ACF perlu di sebar luaskan di Indonesia?

Ya / Tidak

Lainnya

Ya, akan tetapi lebih efektif kendaraan listrik

Q3) Apakah menurut anda bantuan Jepang di perlukan untuk menyebar luaskan Unit Penyaring Udara ACF?

Ya / Tidak

Lainnya

Untuk kota yang mempunyai jumlah kendaraan yang masif

Q4) Jika jawaban anda Ya pada pertanyaan Q3), Menurut anda sistem bantuan Jepang seperti apa yang sesuai untuk ini?

Pinjaman dari ODA / Hibah dari ODA / Kerja sama / Lainnya

Untuk saat ini, apabila sudah banyak di sebar luasnya dan mengenai cara pasangannya tidak harus

Q5) Dengan bantuan Jepang, skala sebesar apa yang di inginkan untuk penyebaran ACF berikutnya

100m / 1000m / 10 km / Lainnya

Jawaban dari kuesioner ini adalah pendapat pribadi, bukan pendapat umum atau resmi. Responden tidak bertanggung jawab untuk jawaban tersebut

Tanggal

16/1/2020

Tanda tangan

 (MABIB)